

PANDUAN LENGKAP PENGGUNAAN
macam-macam alat

inhaler

PADA GANGGUAN PERNAFASAN



Amelia Lorensia

Rivan Virlando Suryadinata

Panduan Lengkap Penggunaan Macam-macam Alat Inhaler pada Gangguan Pernafasan

Oleh

Amelia Lorensia

Rivan Virlando Suryadinata



Kantor: Jl. Kedung Sroko No 71 Surabaya - Indonesia

Telepon : (082330074080)

Website : www.mbrothersgroup.com

Email : bm.brothers21@gmail.com

Pasal 113 Undang-undang No 28 Tahun 2014 Tentang hak cipta :

- 1) Setiap orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf l untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp. 100.000.000,00 (Seratus Juta Rupiah)
- 2) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f,, dan/atau huruf h untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp. 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- 3) Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi pencipta sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp. 1.000.000.000,00 (Satu Miliar Rupiah).
- 4) Setiap orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidanan denda paling banyak Rp. 4.000.000.000,00 (Empat Miliar Rupiah)

**Panduan Lengkap Penggunaan Macam-macam Alat Inhaler pada
Gangguan Pernafasan**

Penyusun:

**Amelia Lorensia
Rivan Virlando Suryadinata**



Kantor: Jl. Kedung Sroko No 71 Surabaya - Indonesia
Telepon : (0822330074080)
Website : www.mbrothersgroup.com
Email : bm.brothers21@gmail.com

Panduan Lengkap Penggunaan Macam-macam Alat Inhaler pada Gangguan Pernafasan

**Penyusun : Amelia Lorensia
Rivan Virlando Suryadinata**

ISBN : 978-602-51176-4-0
Penerbit : M-Brothers Indonesia
Redaksi : Jl. Kedung Sroko No.71 Surabaya - Indonesia
Telepon : 082330074080
Website : www.mbrothersgroup.com
Email : bm.brothers21@gmail.com
Cetakan Pertama : Maret 2018

**Copyright © 2018 by M-Brothers Indonesia Publisher
All Right Reserved
Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.**

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Lorensia, Amelia
Panduan Lengkap Penggunaan Macam-macam Alat Inhaler pada Gangguan Pernafasan
/ oleh Amelia Lorensia dan Rivan Virlando Suryadinata
Cet. 1—Surabaya : M-Brothers Indonesia, Maret 2018.
iv, 78 hlm.; Uk : 17x21 cm
ISBN : 978-602-51176-4-0
1. Klasifikasi Buku I. Judul

KATA PENGANTAR



Terimakasih kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang senantiasa memberikan jalan dan petunjuk dalam menyelesaikan buku ini.

Buku ini bertujuan membagikan informasi mengenai cara penggunaan inhaler yang tepat. Penggunaan inhaler yang kurang tepat tidak hanya menyebabkan obat yang digunakan menjadi tidak optimal namun bahkan dapat menyebabkan suatu masalah baru yang dapat meningkatkan biaya pengobatan dan menurunkan produktifitas. Buku ini ditujukan secara khusus bagi tenaga kesehatan dalam menunjang pengobatan dengan menggunakan inhaler bagi masyarakat yang mendapatkan terapi dengan bentuk sediaan inhaler.

Penyempurnaan secara periodik akan tetap dilakukan, untuk ini segala saran dan masukan dari semua pihak secara tertulis. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah membantu. Semoga buku ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan sebaik-baiknya.

*Surabaya, Januari 2018
Tim penulis*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
A. PENDAHULUAN	1
B. INHALER	2
a. Pengobatan Inhalasi	2
b. Keuntungan dan Keterbatasan Pengobatan dengan Rute Inhalasi	3
c. Kriteria Inhaler yang Ideal	3
C. MDI (<i>Metered-Dose Inhaler</i>)	4
a. Desain MDI	4
b. Ukuran Partikel MDI	7
c. Kelebihan dan Kekurangan MDI	10
d. Instruksi Penggunaan MDI	11
D. MDI dengan <i>Spacer</i>	19
a. Desain <i>Spacer</i>	19
b. Indikasi Penggunaan <i>Spacer</i>	21
c. Instruksi Penggunaan MDI dengan <i>Spacer</i>	21
E. DPI (<i>Dry-Powder Inhaler</i>)	26
a. Desain dan Jenis DPI	26
b. Kelebihan dan Kekurangan DPI	26
c. Hal-hal yang perlu Diperhatikan pada Penggunaan DPI	28
d. Diskus [®]	29
e. Turbuhaler [®]	35
f. Swinghaler [®]	40
g. HandiHaler [®]	43
h. Rotahaler [®]	49
F. NEBULIZER	53
a. Desain Nebulizer	53
b. Jenis Nebulizer	54
c. Kelebihan dan Kekurangan Nebulizer	56
d. Instruksi Penggunaan Nebulizer	57
G. <i>PEAK FLOW METER</i>	59
a. Definisi dan manfaat <i>Peak Flow Meter</i>	59
b. Cara Penggunaan <i>Peak Flow Meter</i>	62
c. Interpretasi Pengukuran <i>Peak Flow Meter</i>	63
H. TEKNOLOGI TERBARU	68
a. Nebulizer Portabel	68
b. Inhaler Insulin	70
DAFTAR PUSTAKA	72
GLOSARIUM	76
BIODATA PENULIS	78

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Perbedaan MDI, DPI dan Nebulizer	2
Tabel 2.	Kelebihan dan Kekurangan MDI	10
Tabel 3.	Penjelasan Langkah-Langkah Penggunaan MDI	12
Tabel 4.	Penjelasan Langkah-Langkah Penggunaan MDI dengan <i>Spacer</i>	23
Tabel 5.	Penjelasan Langkah-Langkah Penggunaan Diskus [®]	33
Tabel 6.	Penjelasan Langkah-Langkah Penggunaan Turbuhaler [®]	38
Tabel 7.	Penjelasan Langkah-Langkah Penggunaan Singhaler [®]	42
Tabel 8.	Penjelasan Langkah-Langkah Penggunaan HandiHaler [®]	45
Tabel 9.	Penjelasan Langkah-Langkah Penggunaan Rotahaler [®]	51
Tabel 10.	Penjelasan Langkah-Langkah Penggunaan <i>Peak Flow Meter</i>	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	<i>Metered Dose Inhaler</i> (MDI)	4
Gambar 2.	Diagram dari <i>Metered-Dose Inhaler</i> (MDI)	5
Gambar 3.	Ukuran Partikel dari MDI yang Masuk ke dalam Paru-paru	8
Gambar 4.	Mekanisme Deposisi Partikel Aerosol	8
Gambar 5.	Teknik Penggunaan <i>Metered-Dose Inhaler</i> (MDI)	11
Gambar 6.	(a) Sediaan MDI dengan <i>Dose Counter</i> ; (b) Sediaan MDI Tanpa <i>Dose Counter</i>	15
Gambar 7.	<i>Puff Minder</i> pada Sediaan MDI	15
Gambar 8.	Cara Menghitung Sisa Obat secara Mandiri	16
Gambar 9.	Metode Lama dalam Memprediksi Sisa Obat dalam Kanister	16
Gambar 10.	Cara Mencuci MDI dengan Bilasan Air	17
Gambar 11.	Diagram dari MDI dan <i>Spacer</i>	19
Gambar 12.	MDI dengan <i>Spacer</i> Tipe <i>AeroChamber</i> [®]	20
Gambar 13.	Macam-macam Produk <i>Spacer</i> di Pasaran.....	20
Gambar 14.	(a) Sediaan <i>Spacer</i> Tipe <i>AeroChamber</i> [®] dengan <i>Mouthpiece</i> ; (b) Sediaan <i>AeroChamber</i> [®] dengan <i>Masker</i>	21
Gambar 15.	Teknik Penggunaan <i>Spacer</i> (<i>AeroChamber</i> [®] Jenis <i>Masker</i>) dengan MDI	22
Gambar 16.	Mencuci <i>Spacer</i> dan MDI dengan Air	25
Gambar 17.	Jenis DPI	27
Gambar 18.	Diagram Bagian Diskus [®]	30
Gambar 19.	Diagram Bagian dalam Diskus [®]	30
Gambar 20.	(a) Lubang di dalam <i>mouthpiece</i> Diskus [®] Tertutup sebelum Tuas Dosis Digeser; (b) Lubang di dalam <i>mouthpiece</i> Diskus [®] Terbuka setelah Tuas Dosis Digeser	31
Gambar 21.	Teknik Penggunaan Diskus [®]	32
Gambar 22.	Turbuhaler [®]	35
Gambar 23.	Komponen pada Turbuhaler [®]	36
Gambar 24.	Teknik Penggunaan Turbuhaler [®]	37
Gambar 25.	Swinghaler [®]	40
Gambar 26.	Teknik Penggunaan Swinghaler [®]	41
Gambar 27.	HandiHaler [®]	43
Gambar 28.	Diagram dari HandiHaler [®]	43
Gambar 29.	Teknik Penggunaan HandiHaler [®]	44

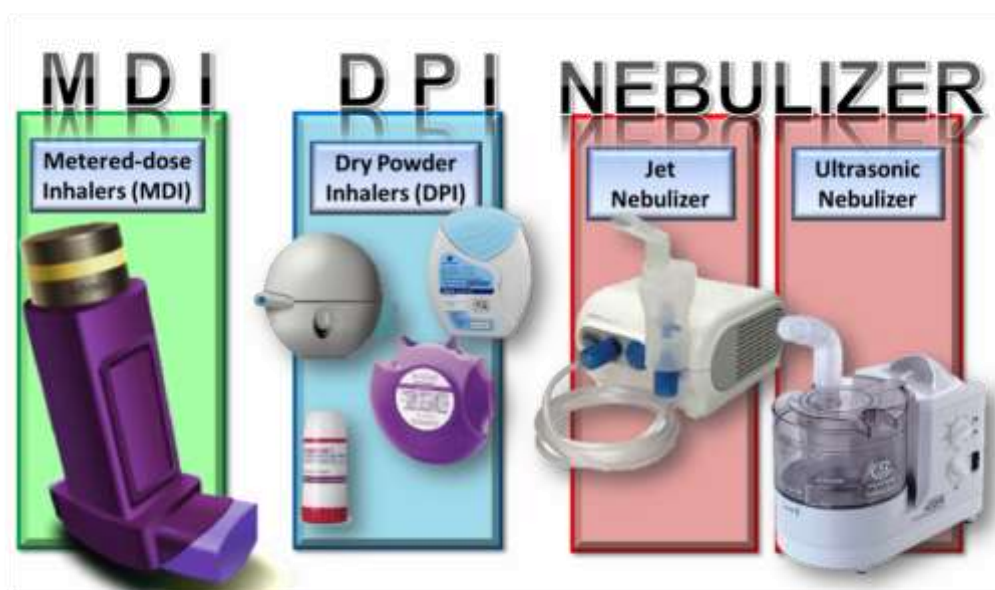
Gambar 30.	Cara Membersihkan HandiHaler®	48
Gambar 31.	Rotahaler®	49
Gambar 32.	Diagram dari Rotahaler®	49
Gambar 33.	Teknik Penggunaan Rotahaler®	50
Gambar 34.	Diagram dari Nebulizer	53
Gambar 35.	Contoh Produk Nebulizer Jet tipe <i>Reservoir Tube</i> (a) <i>Mouthpiece</i> ; (b) <i>Mask</i>	55
Gambar 36.	Skema Ilustrasi dari Nebulizer Jet tipe <i>Reservoir Tube</i>	55
Gambar 37.	Skema Ilustrasi dari Nebulizer Ultrasonik	56
Gambar 38.	Teknik Penggunaan Nebulizer	58
Gambar 39.	Macam-macam Model Produk <i>Peak Flow Meter</i>	59
Gambar 40.	Klasifikasi Asma Berdasarkan Pengukuran Nilai PEF dengan <i>Peak Flow Meter</i>	60
Gambar 41.	Teknik Penggunaan <i>Peak Flow Meter</i>	61
Gambar 42.	Contoh Tabel Nilai PEF (L/menit) Normal dengan <i>Peak Flow Meter</i> ...	65
Gambar 43.	Nilai PEF (L/detik) Laki-laki Normal di Indonesia	66
Gambar 44.	Nilai PEF (L/detik) Laki-laki Normal di Indonesia	67
Gambar 45.	Contoh Beberapa Produk Nebulizer Portabel di Pasaran	68
Gambar 46.	Skema Ilustrasi dari Nebulizer <i>Mesh</i> , (a) <i>Mesh</i> Aktif; (b) <i>Mesh</i> Pasif ..	69
Gambar 47.	Inhalasi Insulin Exubera®	70
Gambar 48.	Inhalasi Insulin Afrezza®	71

A. PENDAHULUAN

Penyakit pernafasan kronis seperti asma dan PPOK (penyakit paru obstruksi kronis) merupakan salah satu dari empat jenis PTM (penyakit tidak menular) terbesar di dunia. Menurut Riskesdas (2013),¹ asma dan PPOK menduduki tingkat teratas dari 12 PTM terbesar di Indonesia, yaitu dengan prevalensi masing-masing 4,5 persen dan 3,7 persen. Penyakit pernafasan seperti asma dan PPOK membutuhkan pengobatan jangka panjang dan rutin. Sebagian besar pengobatannya dengan rute pemberian obat secara inhalasi. Rute ini memiliki keuntungan karena (1) Memberikan efek secara langsung ke target organ di paru, dan (2) Menyebabkan efek samping yang cenderung lebih kecil dibandingkan rute lainnya, karena kerja obat secara topikal sehingga tidak membutuhkan dosis lebih besar seperti pada pemberian secara sistemik.²

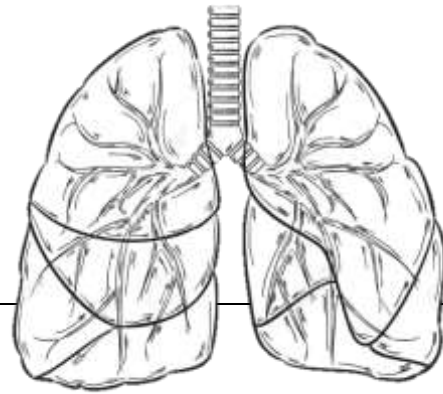
Inhaler merupakan alat yang digunakan untuk pemberian obat secara inhalasi. Sistem pengiriman inhaler merupakan bentuk penting dari perangkat pemberian obat dalam pengobatan gangguan pernafasan (seperti: asma, bronkitis kronis, emfisema, dll), karena memiliki keuntungan pemberian obat langsung ke sistem pernapasan dan efek samping yang lebih sedikit.² Inhaler dirancang untuk meningkatkan kemudahan penggunaan, namun banyak pasien menunjukkan cara penggunaan yang salah pada semua desain inhaler yang digunakan saat ini,³ sehingga menjadi penyebab utama perawatan tidak optimal.² Teknik inhaler yang tidak tepat mengurangi pemberian obat pada saluran udara sehingga menurunkan efektivitas dari obat inhaler. Selain itu biaya pengobatan menjadi lebih mahal,⁴ baik karena kebutuhan akan penambahan obat, pengobatan akibat perburukan gejala, bahkan pengobatan untuk mengatasi efek samping karena salah pemakaian.

Penelitian penggunaan inhaler pada pasien menunjukkan bahwa tidak adanya instruksi yang memadai mengenai penggunaan inhaler dapat menyebabkan teknik penggunaan yang tidak tepat.⁵ Dalam suatu studi klinik, sebanyak 90% dari pasien menunjukkan teknik yang salah dalam penggunaan *metered-dose inhaler* (MDI) dan *dry-powder inhaler* (DPI) seperti Diskus[®] dan Turbuhaler[®].³ Oleh karena itu, pemahaman cara penggunaan inhaler perlu mendapatkan perhatian cukup penting dalam mencapai efek obat yang optimal.



B. INHALER

- Pengobatan Inhalasi
- Keuntungan dan Keterbatasan Pengobatan dengan Rute Inhalasi
- Kriteria Inhaler yang Ideal

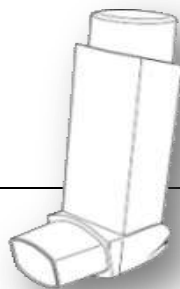


a. Pengobatan Inhalasi

Terapi inhalasi yaitu pengiriman obat langsung menuju paru-paru. Pemberian obat melalui rute inhalasi merupakan bagian penting dalam pengobatan penyakit asma. Efektivitas obat inhalasi tidak hanya tergantung pada formulasi tetapi lebih ke desain dan kemampuan pasien dalam menggunakan perangkat dengan benar. Inhaler secara umum terdiri dari 3 jenis yaitu *metered-dose inhaler* (MDI), *dry-powder inhaler* (DPI), dan nebulizer. *Metered-dose inhaler* (MDI) dapat digunakan dengan spacer maupun tanpa *spacer*. *Dry-powder inhaler* (DPI) seperti Turbuhaler®, Diskus®, Twisthaler®, dll. Sedangkan nebulizer terdiri dari 2 macam yaitu ultrasonic nebulizer dan jet nebulizer.⁶

Tabel 1. Perbedaan MDI, DPI dan Nebulizer^{7,8}

<i>Metered-dose inhaler</i> (MDI)	<i>Dry-powder inhaler</i> (DPI)	Nebulizer
<ol style="list-style-type: none"> Dapat menggunakan <i>spacer</i> Energi yang dibutuhkan berdasarkan dari propilen Memerlukan kordinasi yang pas antara menghirup dan menekan obat Terjadi penurunan dosis pada keadaan dingin Memerlukan persiapan khusus seperti pengocokan dan penyemprotan aerosol sebelum digunakan 	<ol style="list-style-type: none"> DPI tidak mengandung propelan sehingga tertinggalnya obat di orofaringeal lebih kecil. Energi yang dibutuhkan berasal dari kekuatan pasien dalam menarik nafas Tidak memerlukan bantuan <i>spacer</i> untuk mempermudah penggunaan Membutuhkan aliran inspirasi yang lebih tinggi Tidak dapat digunakan untuk pasien usia <5 tahun 	<ol style="list-style-type: none"> Alat berupa mesin yang mengubah obat asma bentuk cair menjadi uap Penghirupan obat menggunakan masker Mengeluarkan suara yang berisik Memerlukan sumber daya listrik Harga relatif lebih mahal



b. Keuntungan dan Keterbatasan Pengobatan dengan Rute Inhalasi

Pengobatan gangguan pernafasan dapat diberikan melalui berbagai cara yaitu: inhalasi, oral dan parenteral (subkutan, intramuskular, intravena). Kelebihan pemberian medikasi langsung ke jalan napas (inhalasi) adalah:⁹⁻¹²

1. Efek langsung ke target pengobatan di saluran pernafasan
2. Lebih efektif untuk dapat mencapai konsentrasi tinggi di jalan napas
3. Efek sistemik minimal atau dihindarkan (tidak ada nyeri akibat injeksi)
4. Beberapa obat hanya dapat diberikan melalui inhalasi, karena tidak terabsorpsi pada pemberian oral (antikolinergik dan kromolin)
5. Waktu kerja bronkodilator lebih cepat bila diberikan inhalasi daripada oral
6. Relatif kecil, ringan, dan mudah dibawa dalam tas, saku, atau koper
7. Relatif mudah digunakan dengan petunjuk yang benar

Namun terapi dengan inhaler juga memiliki beberapa keterbatasan seperti:

1. Sulit bagi beberapa orang untuk berkoordinasi, terutama anak kecil, cacat mental, dan orang usia tua (lansia).
2. Ukuran relatif kecil, mudah dibawa, dan relatif mudah hilang. Oleh karena itu terkadang sulit untuk ditemukan pada saat dibutuhkan secara mendadak (misal: saat terjadi perburukan serangan asma).
3. Membutuhkan aliran inspirasi tertentu untuk menggerakkan obat-obatan, membuat kurang ideal pada saat perburukan gejala (seperti pada asma atau PPOK).

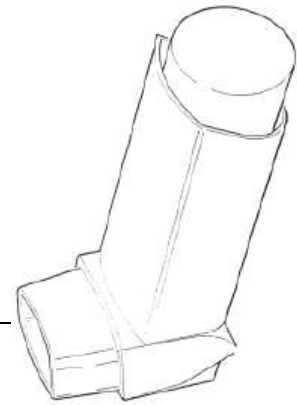
c. Kriteria Inhaler Ideal

Kriteria aerosol yang ideal akan bervariasi tergantung pada obat-obatan yang akan diberikan dan situasi klinis. Perangkat yang dipilih untuk memaksimalkan keuntungan dari obat inhalasi memiliki karakteristik sebagai berikut:¹³⁻¹⁴

- a. Mudah digunakan, dibawa, mengandung dosis ganda, melindungi obat dari kelembaban dan memiliki indikator dosis
- b. Memiliki pengiriman dosis yang akurat dan seragam dalam berbagai laju inspirasi
- c. Pengiriman dosis konsisten selama inhaler digunakan dan konsistensi dosis yang baik bila dibandingkan dengan inhaler serupa lainnya
- d. Ukuran partikel yang optimal untuk pengiriman obat ke dalam paru-paru
- e. Kesesuaian untuk berbagai obat-obatan (kombinasi) dan dosis
- f. Interaksi minimum antara formulasi obat dan perangkat
- g. Stabilitas produk dalam inhaler
- h. Efektivitas biaya

C. MDI (*METERED-DOSE INHALER*)

- Desain MDI
- Ukuran Partikel MDI
- Kelebihan dan Kekurangan MDI
- Instruksi Penggunaan MDI



a. Desain MDI

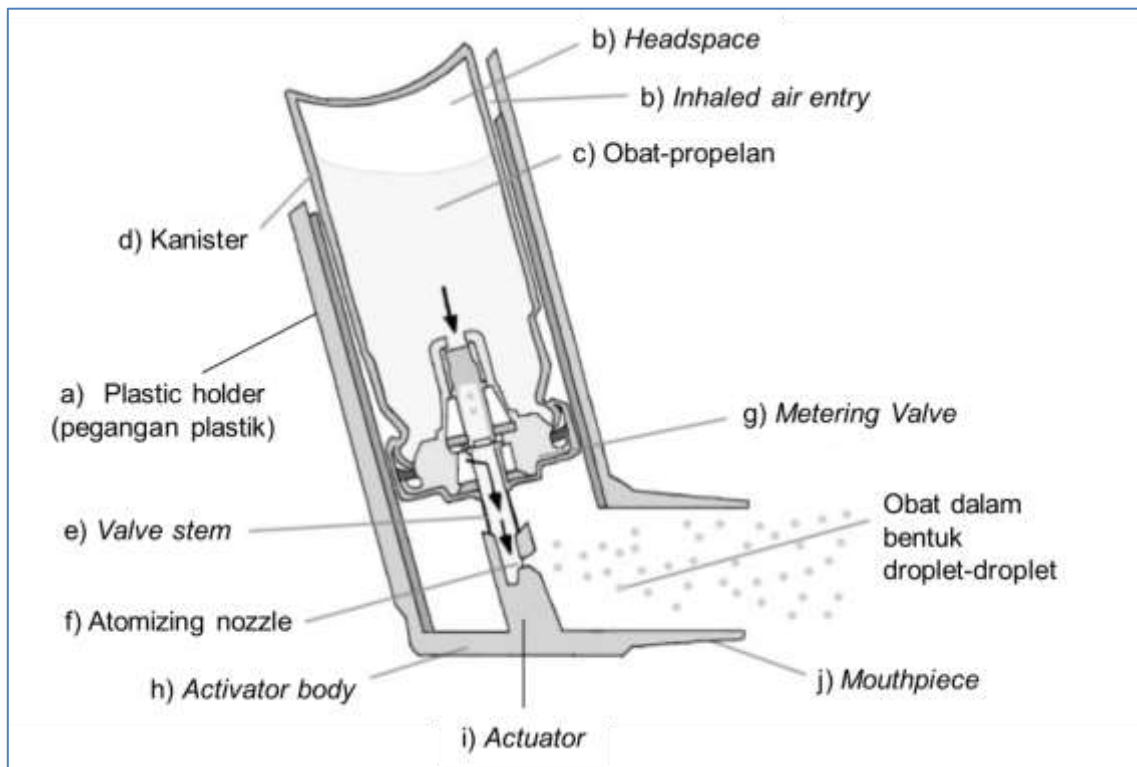
Pada saat ini, jenis obat dengan sediaan inhaler yang paling sering diresepkan yaitu *Metered-Dose Inhaler* (MDI). MDI merupakan inhaler tertua di pasar dan telah tersedia sejak awal 1950-an. Obat ini terkandung dalam aerosol bertekanan dan dicampur dengan propelan yang membantu untuk mendorong obat keluar dari inhaler dan ke mulut dan paru-paru. Setiap aktuasi perangkat melepaskan 'dosis terukur'.¹⁵



Gambar 1. *Metered Dose Inhaler* (MDI)

MDI terdiri dari tabung bertekanan dan ruang dilengkapi dengan corong (*mouthpiece*) dan tutup pelindung. Tabung itu berisi obat, surfaktan dan/atau pelarut, dan propelan cair. Inhaler itu sendiri dirancang untuk memberikan dosis yang tepat dari obat pada saat penyemprotan. Ketika tabung *canister* (kanister) ditekan, *metering valve* satu arah dibuka oleh mekanisme pemicu dalam tubuh aktivator. Obat disemprotkan melalui *mouthpiece* dan kemudian pasien dapat menghirupnya. Aerosol terdiri dari droplet-droplet dalam berbagai diameter. Ketika obat dihirup, droplet ukuran besar terdeposisi di mulut, faring, dan laring, sedangkan droplet dengan ukuran yang lebih kecil dapat masuk ke dalam saluran pernafasan bawah.¹⁶ MDI berisi larutan, suspensi atau emulsi yang disediakan dalam wadah khusus yang dilengkapi dengan katup dan dibuat di bawah tekanan dengan propelan yang cocok atau campuran propelan cair yang cocok, yang digunakan sebagai pelarut.^{17,18}





Gambar 2. Diagram dari *Metered-Dose Inhaler* (MDI)¹⁶

Komponen dalam MDI (Gambar 2):

a) *Plastic holder* (pegangan plastik)

MDI terdiri dari *casing* plastik yang berisi tabung logam. *Casing* ini memiliki *mouthpiece* yang ditutupi oleh *cap*. Setiap kali kanister tabung ditekan dosis obat dilepaskan dan *counter* akan menghitung mundur per satu. Pasien harus mempertimbangkan untuk mendapatkan pengganti ketika *counter* menunjukkan angka 020. Penghitung tidak dapat direset dan menempel secara permanen pada tabung MDI.¹⁶

b) *Headspace* dan *inhaled air entry*

Headspace merupakan ruang kosong berisi *inhaled air entry* atau udara yang akan keluar bersama cairan suspensi dalam bentuk aerosol (udara yang membawa droplet) yang akan berada pada bagian atas saat inhaler digunakan.^{16,19}

c) *Obat-Propelan*

MDI mengeluarkan obat melalui kanister (tabung) bertekanan yang mengandung campuran obat-propelan, dengan menekan kanister kebawah. Kanister akan mengeluarkan aerosol yang dapat dihirup oleh pasien.²⁰

Propelan pada MDI berguna untuk mencairkan obat yang awalnya berbentuk gas pada tekanan atmosfer, menjadi cair apabila ditekan. Propelan yang baik bersifat tidak toksik, tidak mudah terbakar, kompatibel dengan formulasi obat baik dalam bentuk suspensi maupun larutan, serta memiliki titik didih dan densitas yang baik.⁷ Terdapat 2

jenis propelan yang digunakan di MDI, yaitu *chlorofluorocarbon* (CFC) dan *hydrofluoroalkane* (HFA). CFC memiliki 2 fase dalam 1 wadah, yakni cairan dan gas jenuh. Keseimbangan dinamis antara fase cair dan gas dapat memberikan tekanan gas yang sama baik dalam keadaan penuh maupun hampir habis. Tekanan yang dihasilkan adalah antara 300-500 kPa dan tergantung campuran propelan yang digunakan.⁷ Formulasi MDI dapat berupa suspensi partikel atau larutan. Surfaktan (biasanya sorbitan trioleat, asam oleat, atau *soya lecithin* dengan konsentrasi antara 0,1-2%) digunakan pada CFC untuk mengurangi agregasi partikel melancarkan mekanisme katup pengukur dosisnya.⁷ Penggunaan CFC kini telah dilarang karena pengeluaran klorin yang dapat merusak lapisan *ozone* pada bagian stratosfer.^{7,21} Kini banyak formulasi yang mengandung 2-hidrofluoroalkana (tetrafluoroetana (HFA-134a) dan heptafluoropropana (HFA-227)) di pasaran. Hal ini disebabkan HFA lebih ramah lingkungan daripada CFC, akan tetapi HFA lebih mudah terbakar sehingga penggunaannya harus hati-hati.⁷ Contoh MDI yang telah menggunakan HFA adalah: Ventolin[®], Atrovent[®], dll.²¹

Produsen perangkat HFA telah meningkatkan karakteristik desain dan formulasi obat untuk mengatasi beberapa kelemahan MDI terdahulu, dengan menurunkan kecepatan dan peningkatan dosis partikel halus dalam upaya untuk meningkatkan rasio terapeutik obat. Desain baru memberikan dosis lebih konsisten dalam tabung, sehingga menghilangkan efek *tail off*, yaitu pengurangan *output* obat ketika alat hampir kosong. Perangkat CFC memberikan dosis berkurang bila terkena dingin, sedangkan tabung HFA memberikan dosis yang konsisten bahkan ketika terkena suhu serendah -20°C. Generasi baru dari MDI menghasilkan semprotan hangat, yang dapat mengurangi efek freon dingin (gangguan inspirasi) yang dialami oleh beberapa pasien.¹⁶

d) *Pressurized canister (kanister bertekanan)*

Semua kontainer bertekanan harus menghindari suhu ekstrim seperti panas dan dingin. MDI itu wadah plastik harus dipisahkan dari tabung dan dibersihkan seminggu sekali. Wadah plastik dan *cap* harus direndam dalam air hangat dan sabun, dibilas, dan dibiarkan udara kering.¹⁶ Kanister bertekanan udara tempat menampung lautan suspensi obat, yang dilengkapi dengan *metering valve*, *valve stem* dan *atomizing nozzle*.^{16,19} Kanister MDI harus dapat menahan tekanan tinggi yang dihasilkan oleh propelan, sehingga harus dibuat dari bahan yang inert dan cukup kuat. Bahan aluminium lebih direkomendasikan daripada bahan gelas karena lebih ringan, lebih kompak, tidak mudah pecah dan dapat melindungi dari cahaya.⁷

e) *Valve stem*

Tangki katup yang berbentuk saluran sebagai jalan keluarnya obat menuju *atomizing nozzle*.^{16,19}

f) *Atomizing nozzle*

Pipa semprot atomik yang merupakan ujung dari *valve stem* tempat keluarnya obat berbentuk droplet dalam aerosol.^{16,19}

g) *Metering Valve*

Seperangkat sekat antara kanister dan *valve stem* yang menjadi jalan keluar bagi obat dari kanister sekaligus sebagai sistem yang mengatur keakuratan dosis yang dikeluarkan.^{16,19}

h) *Activator body*

Badan aktivasi yang memicu mekanisme terbukanya *metering valve* dan obat dalam kanister dapat masuk menuju saluran sampai pada *atomizing nozzle*.^{16,19}

i) *Actuator*

Kanister MDI yang lengkap akan terpasang pada sebuah *actuator* plastik untuk digunakan oleh pasien. Desain dari *actuator* sangat penting, terutama karena ukuran partikel aerosol ditentukan oleh diameter pipa, yang bervariasi antara 0,14 mm-0,6 mm. Ukuran partikel aerosol juga dapat dimodifikasi dengan merubah panjang dari pipa jalur *actuator*. Pipa *actuator* merupakan bagian penting untuk formasi penyemprotan. Ketika dosis keluar dari pipa *actuator* bagian cair akan menuju gas propelan dan ditarik oleh tekanan aerodinamis untuk membentuk formasi droplet. Penguapan dari propelan terdiri dari pembakaran awal, perpindahan droplet dari pipa, dan pendinginan droplet. Oleh karena itu, semprotannya akan terasa dingin pada bagian belakang tenggorokan.⁷

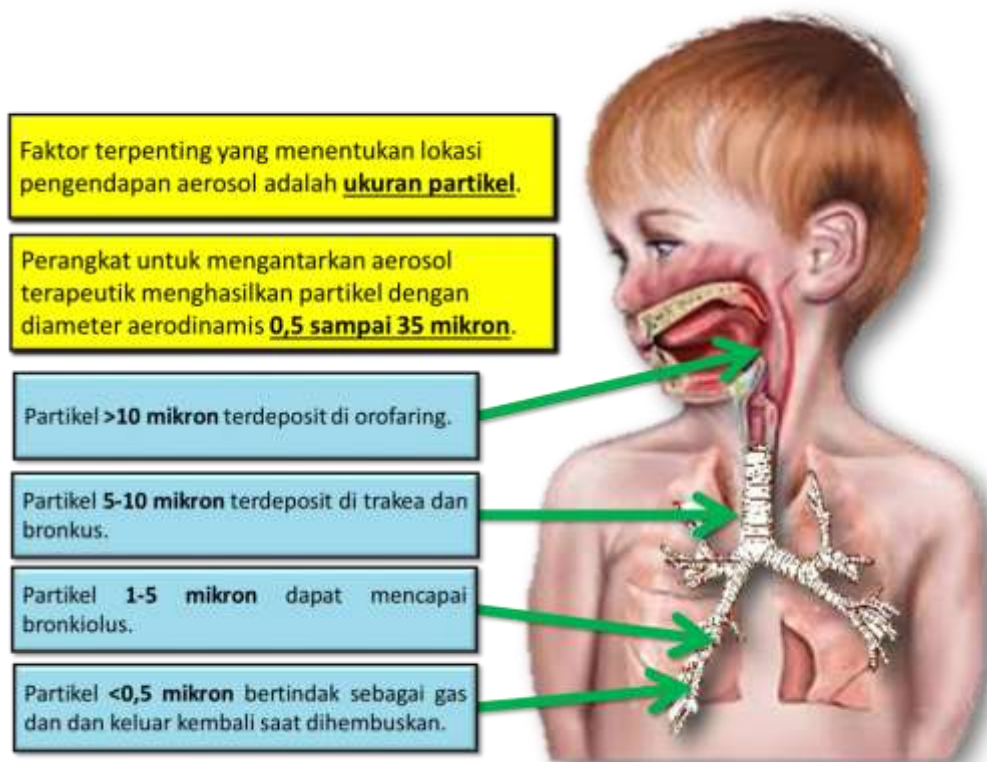
j) *Mouthpiece*

Area pengarah aliran droplet aerosol yang keluar dari *atomizing nozzle* menuju rongga mulut untuk pada akhirnya dialirkan ke paru-paru.^{16,19} Wadah ini memiliki *mouthpiece* yang ditutupi oleh penutup untuk menjaga kebersihan *mouthpiece* yang harus dilepas apabila hendak digunakan.^{7,16}

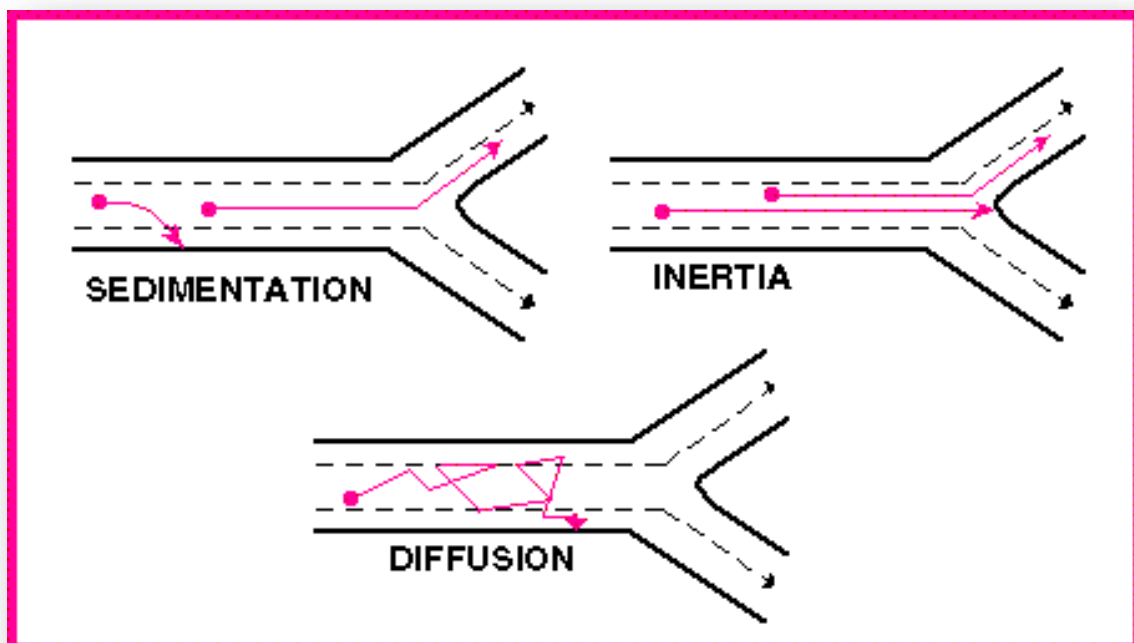
Mouthpiece diletakkan di antara gigi dengan bibir yang menutup rapat dan tidak menghalangi *opening* dari *mouthpiece* dengan mulut, tujuannya agar obat yang dikeluarkan tidak terganggu dengan jalan lidah yang menutupi bagian *mouthpiece* MDI.

b. Ukuran Partikel MDI

FDA menyatakan bahwa salah satu bentuk kontrol yang sangat penting untuk aerosol inhalasi adalah distribusi ukuran partikel dari dosis yang dihantarkan. Parameter ini tergantung pada formulasi, katup, dan *mouthpiece*. Distribusi ukuran partikel yang optimal untuk sebagian besar aerosol inhalasi secara umum telah diakui sebagai berada di kisaran 1-5 mikron (Gambar 3). Distribusi ukuran partikel dipengaruhi oleh karakteristik semprotan dari produk obat, serta faktor-faktor lainnya dan tidak semata-mata ditentukan oleh ukuran partikel zat obat yang tersuspensi dalam formulasi. Obat sediaan MDI dikeluarkan dengan cara aktuasi dan memerlukan koordinasi pada proses inhalasinya.¹⁶



Gambar 3. Ukuran Partikel dari MDI yang Masuk ke dalam Paru-paru

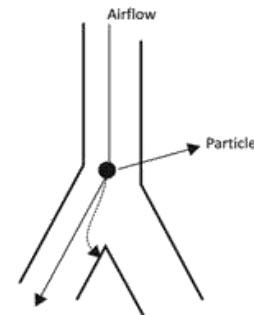


Gambar 4. Mekanisme Deposisi Partikel Aerosol

Inhalasi adalah jalur paparan yang paling penting di tempat kerja. Saat partikel berada di udara, ada kemungkinan akan terhirup. Seberapa jauh partikel tersebut masuk ke saluran udara dari sistem pernapasan, dan apa yang terjadi saat disimpan, tergantung pada ukuran, bentuk, dan densitas bahan partikulat. Apa yang terjadi juga bergantung pada sifat kimia dari material. Ada 3 mekanisme deposisi yang terjadi ketika partikel aerosol masuk saluran pernapasan yaitu dengan cara inersia, sedimentasi dan difusi (Gambar 4). Penjelasan dari ketiga mekanisme deposisi antara lain:²³

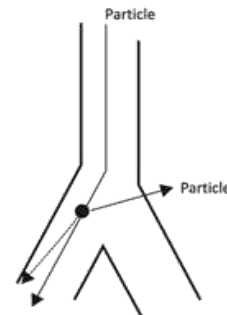
1) Inersia (impaksi inersial)

Inersia umumnya terjadi ketika ukuran partikel aerosol yang $>10\ \mu\text{m}$ (mikron) yang kemungkinan besar terdeposit pada orofaring akibat dari partikel gas yang memiliki momentum (hasil kali massa dan kecepatan) sehingga partikel aerosol berubah arah dan saling bertubrukan.



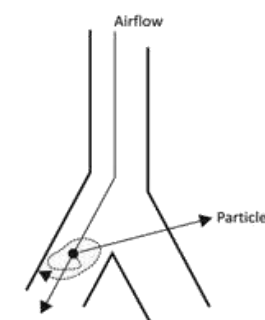
2) Sedimentasi

Sedimentasi terjadi karena adanya pengendapan gravitasi partikel aerosol dimana kecepatan partikel aerosol saat masuk sebanding dengan ukuran partikel yang masuk pada saluran pernapasan bawah yaitu kisaran $5-10\ \mu\text{m}$, sedangkan partikel berukuran $1-5\ \mu\text{m}$ akan terdeposit di alveoli.



3) Difusi

Difusi ini terjadi ketika ukuran partikel aerosol $<1\ \mu\text{m}$ dimana partikel obat bertabrakan dengan molekul gas dan air yang mengelilinginya, menyebabkan gerak brown. Partikel yang bertabrakan dengan permukaan paru-paru secara konstan diserap sehingga membentuk gradient difusi ke arah dinding saluran napas.



Hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan MDI:



i. **Memeriksa ketersediaan obat dalam kanister**

Pasien seringkali gagal untuk mengenali ketika MDI kosong atau hampir kosong. Hal ini dapat pasien terus menerus menggunakan inhaler ketika mungkin tidak lagi memberikan dosis yang dibutuhkan.³ Hal ini disebabkan tidak semua sediaan MDI memiliki penghitung dosis (*dose counter*) pada sediaan MDI-nya (Gambar 6).

Pada sediaan MDI tanpa *dose counter*, sisa obat dapat diketahui dengan alat *puff minder* yang dapat berfungsi sebagai pengingat dengan mencatat setiap kali penggunaan. Alat tersebut akan menampilkan jumlah inhalasi yang tersisa di tabung kanister (Gambar 7).



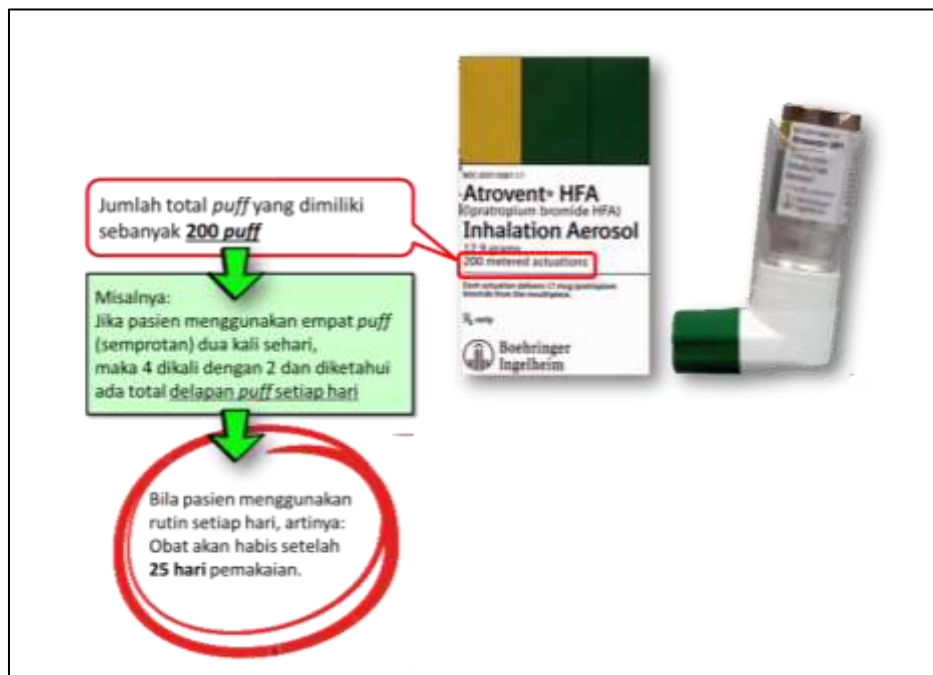
Gambar 6. (a) Sediaan MDI dengan *Dose Counter*; (b) Sediaan MDI Tanpa *Dose Counter*



Gambar 7. *Puff Minder* pada Sediaan MDI

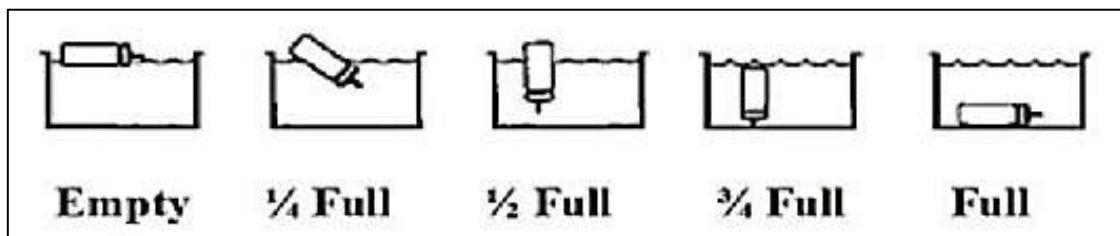
Apabila hendak melakukan perhitungan sisa obat secara mandiri tanpa *dose counter* atau *puff minder*, dapat dilakukan dengan memprediksi jumlah *puff* yang tersisa, dengan cara :

- 1) Kalikan jumlah isapan *puff* yang digunakan dengan jumlah menggunakan inhaler setiap hari. Ini adalah jumlah total *puff* yang digunakan setiap hari (Gambar 8).
Misalnya, jika pasien menggunakan empat *puff* (semprotan) dua kali sehari, maka 4 dikali dengan 2 dan diketahui ada total delapan *puff* setiap hari.
- 2) Lihatlah pada kemasan primer atau brosur dari sediaan MDI untuk mengetahui total *puff* yang dimiliki sediaan MDI tersebut (Gambar 8).
- 3) Dengan demikian pasien dapat memprediksi waktu obat habis.



Gambar 8. Cara Menghitung Sisa Obat secara Mandiri

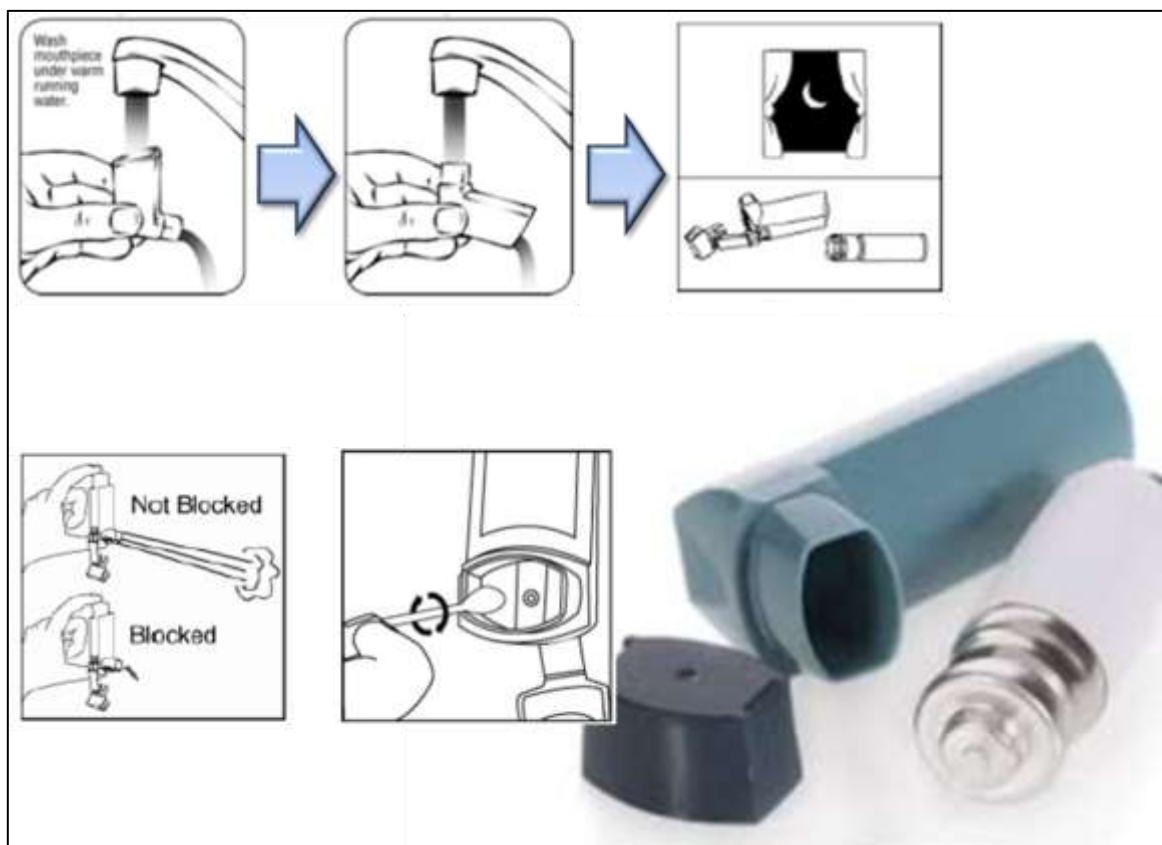
Jangan memasukkan kanister dalam air untuk memperkirakan sisa obat, karena air dapat masuk dan menyumbat ujung kanister (Gambar 9).



Gambar 9. Metode Lama dalam Memprediksi Sisa Obat dalam Kanister

ii. **Membersihkan MDI**

- 1) Kotoran (debu) bisa saja menempel pada MDI khususnya pada bagian *mouthpiece* yang langsung bersentuhan dengan mulut dan gigi pasien. *Mouthpiece* bisa terkena debu, yang seharusnya tidak ada. Debu sebaiknya dihilangkan dengan membersihkan MDI dengan kain lap dan air hangat, tidak boleh dicuci dengan air karena akan menyumbat kanister. Bersihkan *mouthpiece* MDI sekali seminggu atau sesuai rekomendasi dari dokter/apoteker.
- 2) Bila hendak mencuci alat MDI dengan air, lepaskan terlebih dahulu kanister dari pegangan plastik (*plastic holder*). Bilaslah dengan air hanya pada bagian *mouthpiece* dan penutup (*cap*) dengan air mengalir selama 30 detik dan jangan mencuci/meletakkan kanister dalam air. Kemudian keringkan (“mengangin-anginkan”) dengan membiarkan *mouthpiece* dan *cap* di tempat kering sepanjang malam. Keesokan paginya, letakkan kanister kembali kedalam *mouthpiece* dan *cap* pada MDI (Gambar 10).



Gambar 10. Cara Mencuci MDI dengan Bilasan Air

iii. **Penyimpanan MDI**

Simpanlah MDI pada suhu kamar yang sejuk dan kering, dan jangan pada suhu yang ekstrim (terlalu panas atau terlalu dingin).

iv. **MDI yang mengandung antikolinergik** (contoh: Ipratropium Bromide)

Cara kerja dari Ipratropium Bromida adalah melebarkan diameter saluran nafas, dan efek samping yang sering timbul adalah mulut kering dan iritasi tenggorokan. Efek samping yang utama dan harus diwaspadai adalah *acute angle closure glaucoma* karena berpotensi menyebabkan kebutaan. Efek tersebut didapat dari obat adrenergik, baik kolinergik maupun antikolinergik, dalam hal ini Ipratropium Bromida merupakan obat antikolinergik.³² Laporan terjadi pada tahun 1992 bahwa terjadi *acute angle closure glaucoma* setelah penggunaan Nebulizer Ipratropium bromida terhadap 5 pasien yang berusia 68-78 tahun. Pada tahun 1999 juga terdapat laporan terjadinya *acute angle closure glaucoma* yang disebabkan oleh penggunaan aerosol Ipratropium Bromida dan Salbutamol. Tahun 2000 kembali terdapat laporan bahwa seorang pria berusia 82 tahun mengalami *acute angle closure glaucoma* setelah 24 jam penggunaan aerosol Ipratropium Bromida dan Salbutamol. Tahun 2006 terdapat laporan bahwa terjadi *acute angle closure glaucoma* lagi pada seorang wanita berusia 78 tahun setelah mendapat terapi ipratropium bromida dan salbutamol dengan nebulizer.³³⁻³⁷

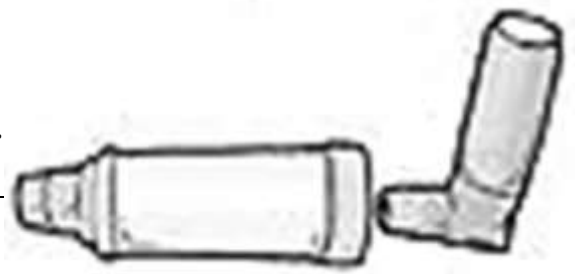
Oleh karena itu, pada MDI yang mengandung obat golongan antikolinergik, pada langkah ke-5 (**Letakkan *mouthpiece* di mulut**), pasien harus meletakkan *mouthpiece* diantara gigi dan tutuplah bibir rapat-rapat namun jangan mengeblok/ menutup lubang inhaler dengan mulut. Langkah ini terdiri dari 3 tahapan yaitu (1) Meletakkan *mouthpiece* diantara gigi (digigit); (2) Menutup *mouthpiece* dengan bibir (pastikan tidak ada celah yang memungkinkan obat yang dikeluarkan melalui *mouthpiece* keluar ke udara sekitar) agar obat dosis obat yang diterima optimal dan kemungkinan obat terkena mata lebih kecil; dan (3) Lidah didatarkan dibawah *mouthpiece* sehingga obat yang dikeluarkan melalui *mouthpiece* tidak terganggu. Sediaan MDI yang mengandung Ipratropium Bromida saat ini menggunakan HFA *propellants* (CFC free) yang memiliki kecepatan distribusi obat ke paru-paru lebih rendah, untuk itu pihak industri farmasi menyarankan penggunaan MDI dengan posisi mulut tertutup rapat.^{16,22}

v. **MDI yang mengandung kortikosteroid** (contoh: Budesonide, Flutikason)

- 1) Pada MDI yang mengandung obat golongan kortikosteroid sering disebut ICS (*inhaled corticosteroid*), pada langkah ke-5 (**Letakkan *mouthpiece* di mulut**) dapat dilakukan dengan teknik mulut tertutup dan terbuka. Pada teknik mulut terbuka, *mouthpiece* diletakkan dengan jarak 4 cm atau 2 jari didepan bibir dengan kondisi mulut terbuka akan menurunkan kecepatan aerosol saat proses inhalasi dan ukuran partikel yang keluar dari MDI akan mengecil karena adanya penguapan, yang memungkinkan partikel aerosol akan terdeposit lebih tinggi ke dalam paru-paru dengan partikel yang lebih kecil dan juga mengurangi resiko efek samping ICS yaitu kandidiasis orofaringeal akibat akumulasi obat yang terlalu banyak dalam mulut.¹⁶
- 2) Selain itu, pasien juga harus berkumur dengan air hangat dan jangan ditelan, setelah menggunakan MDI untuk mencegah resiko kandidiasis orofaringeal yang diakibatkan karena menempelnya obat kortikosteroid di mulut.³

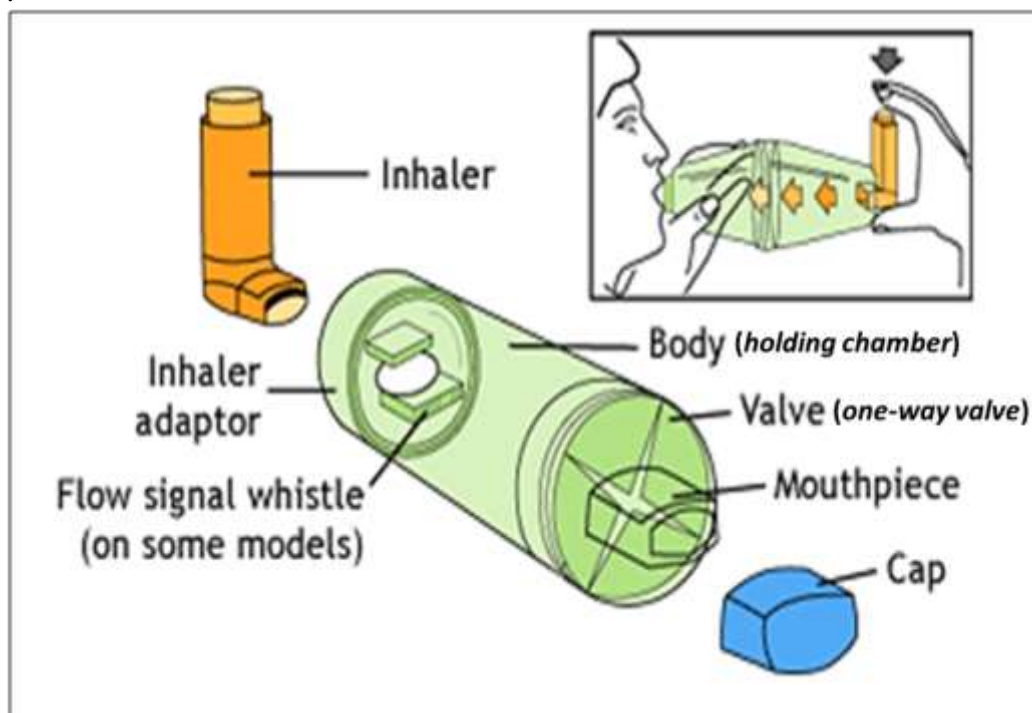
D. MDI dengan *Spacer*

- a. Desain *Spacer*
- b. Indikasi Penggunaan *Spacer*
- c. Instruksi Penggunaan MDI dengan *Spacer*



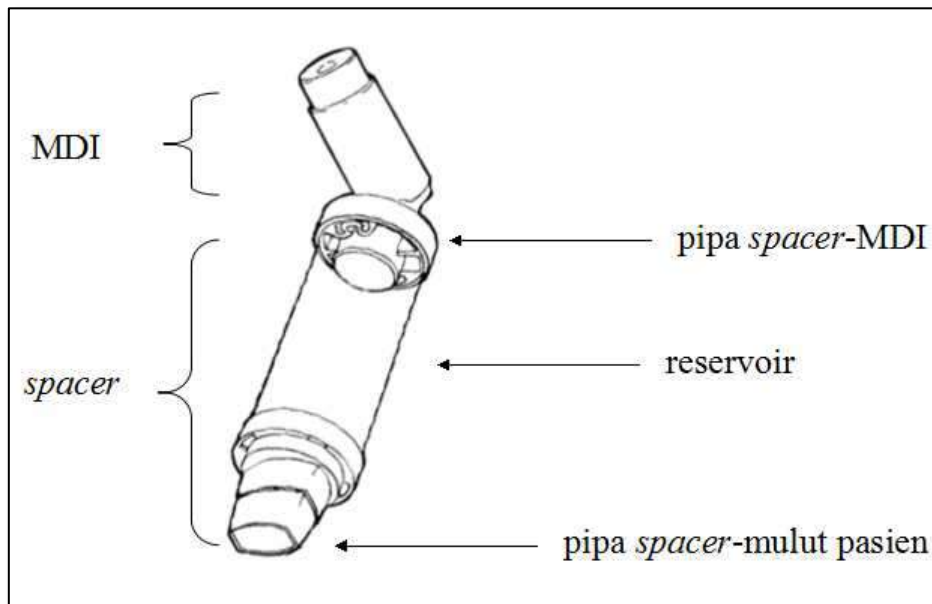
a. Desain *Spacer*

Spacer dapat digunakan sebagai solusi untuk mengurangi tingkat kesalahan dalam menggunakan **MDI** (*metered-dose inhaler*). Fungsi dari *spacer* adalah menahan aerosol pada *reservoir spacer*, sehingga kesulitan sinkronisasi penekanan kanister dan menghirup aerosol dapat diatasi. Penggunaan *spacer* juga dapat meningkatkan deposisi aerosol pada paru-paru.²⁰ Produk *spacer* tersedia dalam berbagai bentuk dan ukuran di pasaran. *Spacer* memiliki sebuah *holding chamber* dan *one-way valve* (katup satu arah) yang terbuka selama inspirasi dan menutup selama ekspirasi, untuk mencegah kerugian obat yang disebabkan oleh koordinasi yang buruk antara aktuasi dari MDI dan inspirasi (Gambar 11). *Spacer* juga meningkatkan deposisi obat ke dalam saluran pernafasan bawah, dengan prinsip memperlambat dan menanggukkan droplet-droplet kecil sampai 1-2 detik yang dapat memberikan waktu beberapa propelan sekitar partikel obat untuk menguap, dan meningkatkan jumlah partikel kecil untuk mencapai saluran pernafasan yang lebih rendah. Partikel yang lebih besar yang tidak akan mencapai paru-paru tetap dalam *spacer*, sehingga secara signifikan mengurangi pengendapan obat dalam orofaring dan mengurangi efek samping candidiasis orofaringeal dari MDI yang mengandung obat golongan kortikosteroid.¹⁶

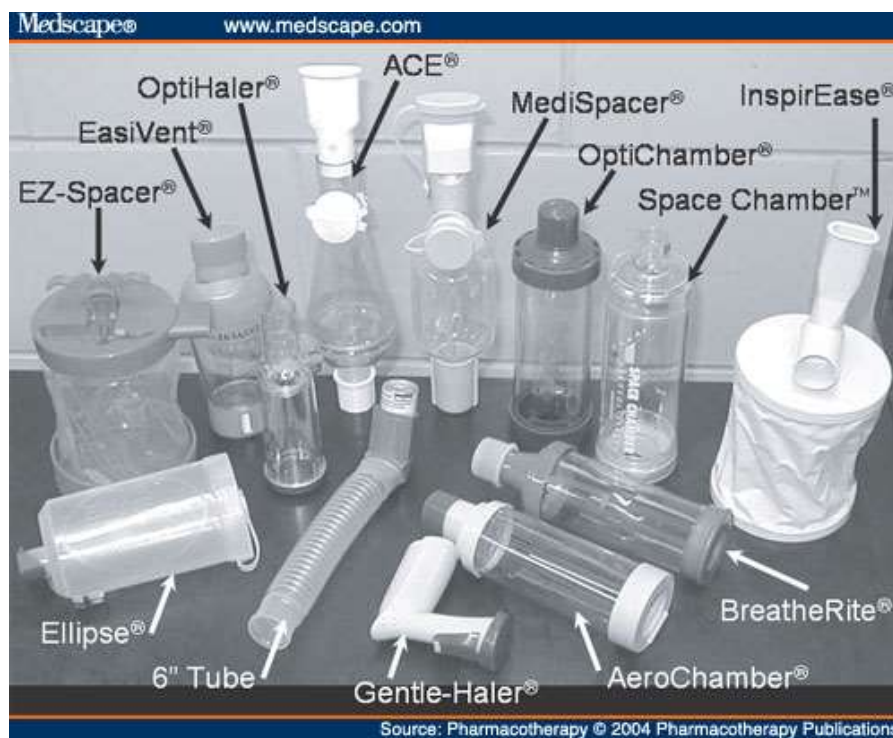


Gambar 11. Diagram dari MDI dengan *Spacer*³⁸

Tetapi *spacer* dapat menciptakan listrik statis dalam *reservoir* yang mengganggu penghantaran obat, terutama jika tidak dibersihkan secara tepat menggunakan air sabun.²⁰



Gambar 12. MDI dengan *Spacer* Tipe *AeroChamber*[®] 38



Gambar 13. Macam-macam Produk *Spacer* di Pasaran

b. Indikasi Penggunaan *Spacer*

Penggunaan *spacer* dianjurkan pada:^{12,16}

- 1) Pasien yang mengambil kortikosteroid inhalasi dosis tinggi untuk mencegah kandidiasis orofaringeal.
- 2) Pasien yang tidak mampu menahan nafas selama 4 detik, sehingga dapat menggunakan *spacer* yang memungkinkan pasien untuk mendapatkan dosis adekuat dalam 3-4 *tidal breaths*.
- 3) Pasien yang tidak dapat menggunakan MDI dengan benar (yaitu, karena masalah koordinasi, cacat fisik atau mental, dll).
- 4) Pasien yang tidak bisa menutup rapat bibirnya di sekitar *mouthpiece*. Misalnya pasien dengan kelumpuhan wajah harus menggunakan *spacer* dengan penutup wajah.
- 5) Pasien yang memerlukan bantuan dalam mengelola obat inhalasi mereka, seperti dengan kognitif defisit.
- 6) Pasien yang menggunakan CFC-driven, untuk mengurangi atau menghilangkan batuk atau ditangkap inspirasi dialami oleh beberapa pasien ketika menggunakan alat.
- 7) Pasien yang membutuhkan inhalasi pada saat mengalami eksaserbasi parah.

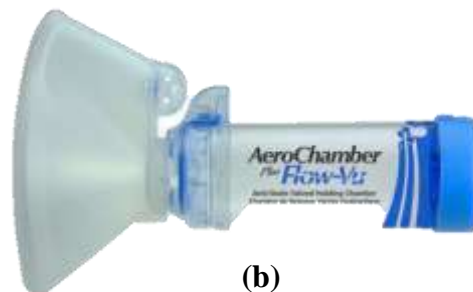
c. Instruksi Cara Penggunaan MDI dengan *Spacer*

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam menggunakan MDI dengan *spacer* adalah sebagai berikut:^{16,22}

1. Lepaskan *cap* dari *spacer* dan MDI
2. Kocok MDI dan sambungkan dengan *spacer*, pertahankan posisi MDI dalam kondisi tegak
3. Ambil posisi tegak
4. Hembuskan nafas sekuat-kuatnya
5. Mendekatkan mulut pada *spacer*
6. Semprotkan satu *puff* dari obat kedalam *spacer* dan segera mulai menarik nafas pelan-pelan, sampai menarik nafas dalam-dalam
7. Menahan nafas kemudian menghembuskan nafas perlahan-lahan
8. Jika dosis lain diperlukan, ulangi langkah 3-7

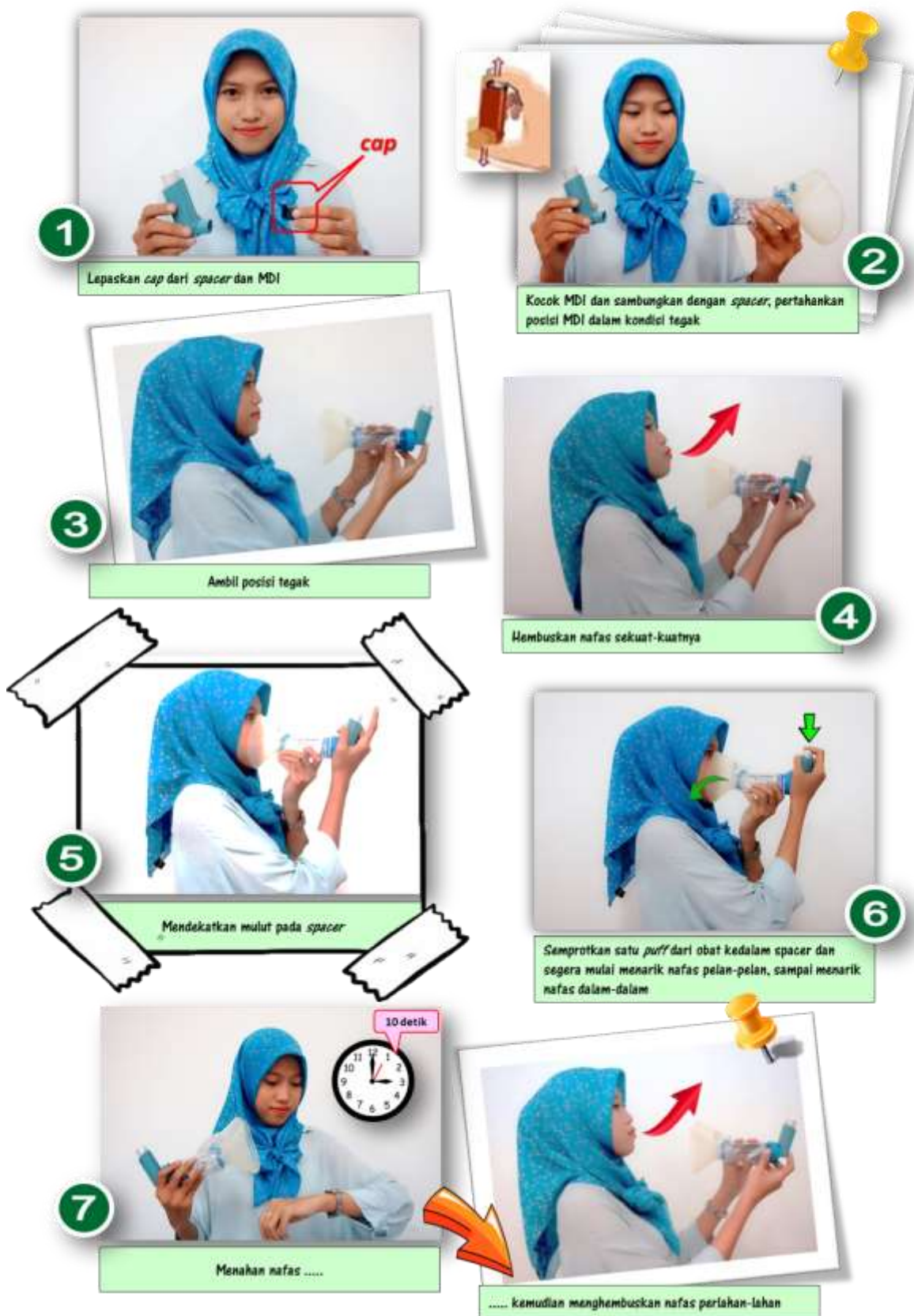


(a)



(b)

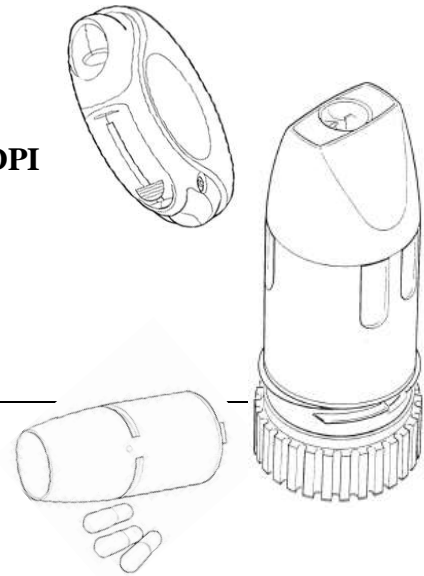
Gambar 14. (a) Sediaan *Spacer* Tipe *AeroChamber*® dengan *Mouthpiece*;
(b) Sediaan *AeroChamber*® dengan *Masker*



Gambar 15. Teknik Penggunaan *Spacer* (AeroChamber® Jenis Masker) dengan MDI
 model: Nevyta Fitriandasari (NRP:1120030) (mahasiswa Farmasi UBAYA)

E. DPI (*Dry Powder Inhaler*)

- a. Desain dan Jenis DPI
- b. Kelebihan dan Kelemahan DPI
- c. Hal-hal yang perlu Diperhatikan pada Penggunaan DPI
- d. Diskus[®]
- e. Turbuhaler[®]
- f. Swinghaler[®]
- g. HandiHaler[®]
- h. Rotahaler[®]



a. Desain dan Jenis DPI

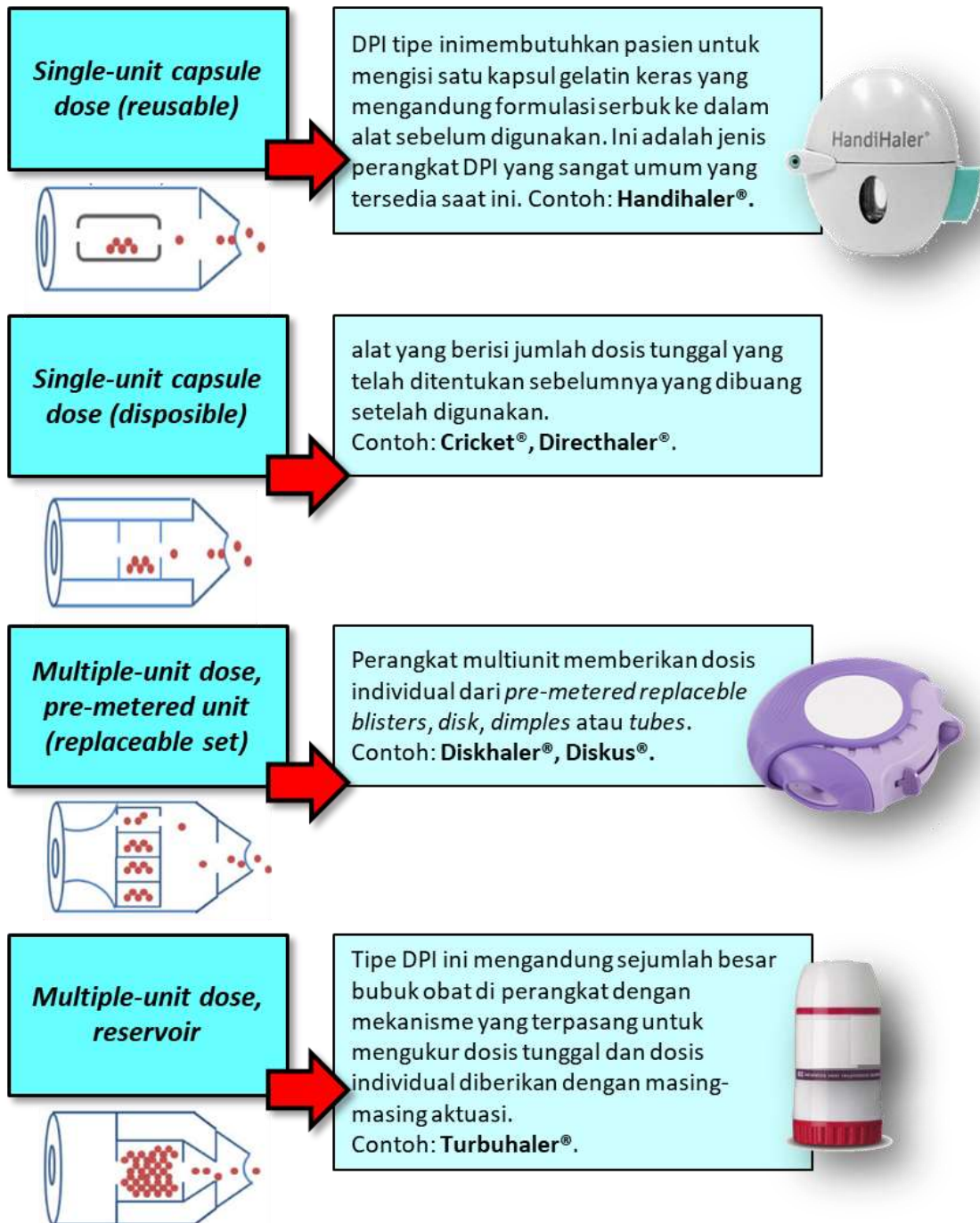
Dry-powder inhalers (DPIs) adalah alat baru dan memiliki bermacam-macam bentuk sediaan. DPI merupakan alat *inspiratory flow-driven* portabel yang menghantarkan formulasi *dry powder* (serbuk kering) melalui obat inhalasi ke dalam paru-paru.¹⁶ Obat berupa serbuk kering tersebut bisa murni atau dicampur dengan eksipien berukuran partikel besar (biasanya laktosa) sebagai serbuk pembawa.⁴¹ Saat pasien menghirup melalui perangkat, obat dilepaskan, pecah, dan didorong masuk kedalam bronkus. Volume inspirasi dan aliran udara yang dihasilkan oleh pasien merupakan faktor utama yang menentukan pemberian obat ke paru-paru. Aliran inspirasi minimum yang dibutuhkan sangat bervariasi tergantung pada perangkat.¹⁶ DPI secara umum lebih mudah digunakan dibandingkan MDI karena menggunakan dorongan napas tidak menggunakan gas *propellant* seperti MDI, lebih mudah dibawa dan cepat untuk digunakan.⁴²

Jenis DPI dibagi menjadi 4 macam (Gambar 17). Pada dosis tunggal DPI (*single-dose systems*), dosis diberikan dalam kapsul individu. Sebelum setiap pemberian, pasien harus memasukkan perangkat dengan satu kapsul untuk pengiriman dosis tunggal. Sedangkan DPI unit multi (*multiple-dose systems*), unit menggunakan dosis meteran dan dosis pabrik yang dikemas sehingga perangkat dapat menahan beberapa dosis sekaligus tanpa harus mengisi ulang.^{43,44}

b. Kelebihan dan Kelemahan DPI

DPI memiliki beberapa keunggulan dan keterbatasan dibandingkan MDI dan Nebulizer. Kelebihan sediaan DPI:^{16,20,45}

1. Penggunaan DPI tidak perlu dikocok terlebih dahulu seperti MDI karena DPI tidak memerlukan propelan dalam mendistribusikan obat. Ketika pasien menarik nafas, aliran udara akan mengakibatkan adanya turbulensi pada formulasi sehingga terjadi deagregasi partikel obat. Karena partikel obat segera terlepas dalam beberapa milidetik pertama, inhalasi cepat dan kuat diperlukan untuk memastikan obat mencapai target organ.
2. Penggunaan DPI tidak memerlukan koordinasi bersamaan antara menekan kanister dengan menarik nafas seperti MDI. DPI berbentuk kompak, cepat digunakan, dan tidak memerlukan koordinasi serumit MDI, tetapi teknik inhalasi pasien tetap penting.
3. Tidak memerlukan *spacer* sebagai alat bantu.



Gambar 17. Jenis DPI

Kekurangan sediaan DPI:^{16,20,41,42}

1. Tidak dapat digunakan dibawah umur 5 tahun atau pasien dengan fungsi paru-paru yang lemah.
2. Perlu menarik nafas dalam (memerlukan minimum *inspiratory flow*) sehingga tidak tepat digunakan pada keadaan darurat. Penghirupan yang kuat dan dalam melalui DPI diperlukan untuk memilah-milah formulasi bubuk menjadi partikel tersentuh kecil seefisien mungkin dan, akibatnya, untuk memastikan bahwa obat tersebut dikirim ke paru-paru.
3. DPI rentan terhadap kelembaban (misalkan bila pasien menghembuskan nafas ke *mouthpiece* DPI akan mengakibatkan agregasi serbuk dan mempengaruhi jumlah obat yang terlepas dari DPI.

c. Hal-hal yang perlu Diperhatikan pada Penggunaan DPI



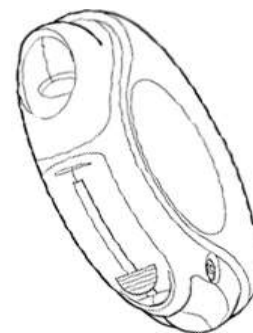
Beberapa kesalahan pada penggunaan DPI antara lain:

1. Pasien tidak menarik nafas dengan cepat dan panjang sehingga sebagian dosis tidak terhirup dari DPI.³ Menarik nafas dengan cepat guna untuk menghasilkan pelepasan obat yang baik sehingga partikel obat dapat sampai ke dalam paru-paru dan menghasilkan efektifitas yang optimal.¹⁶
2. Pasien juga harus menghindari menghembuskan nafas ke DPI untuk mencegah serbuk menjadi lembab dan mencegah serbuknya tertiuip dari *mouthpiece* DPI.³
3. Pasien tidak berkumur setelah menggunakan DPI yang mengandung kortikosteroid. Pada penggunaan DPI yang mengandung obat kortikosteroid, pasien harus mencuci mulut dan berkumur dengan air bersih untuk mencegah resiko dari candidiasis orofaringeal yang diakibatkan karena menempelnya obat kortikosteroid di mulut.³
4. Penggunaan inhaler harus diperhatikan supaya pasien tidak mengklik berkali-kali. Contohnya pada pemakaian inhaler *multidose* Turbuhaler® dan Diskus®, jika terklik berulang kali akan menyebabkan *double dose* yang dapat meningkatkan kemungkinan efek samping yang tidak diinginkan, misalnya *over dose* dengan ditandai mual, muntah, detak jantung cepat dan tidak beraturan, sakit kepala, gemetaran, rasa cemas, dan sulit tidur.
5. Pemakaian *single dose* seperti pada HandiHaler® dan Rotahaler®, harus diperhatikan bahwa kapsul *single dose* tidak boleh ditelan. Didalam HandiHaler® kapsul berisi tiotropium bromida yang tujuan kerjanya di paru-paru efeknya merelaksasikan otot polos yang ada di paru-paru. Kapsul tidak boleh tertelan karena selain tujuan terapi di paru-paru tidak tercapai juga, tidak dapat di absorpsi dengan baik di lambung.⁴⁶
6. Simpan inhaler di tempat yang sejuk dan kering. Udara yang lembab mengakibatkan serbuk menggumpal dan akan menyumbat inhaler, selain itu sediaan DPI biasanya mengandung laktosa sebagai pembawa, laktosa ditambahkan pada sediaan untuk memperbaiki aliran serbuk obat yang buruk. Laktosa diketahui sangat rentan terhadap udara lembab dan dapat mengkristal pada suhu lembab. Pemakaian inhaler jika pada kondisi lembab dapat mengakibatkan aliran serbuk obat menjadi buruk dan tidak dapat masuk kedalam saluran nafas sehingga efek terapi tidak tercapai.^{47,48}

d. Diskus[®]

Nama lain dari Diskus[®] adalah Accuhaler[®].

Diskus[®] diproduksi dengan berbagai nama dagang di USA, Kanada, Brazil, India, Indonesia, Australia, Columbia, Uni Eropa, Mexico, Selandia Baru, Afrika Selatan, Korea Selatan, Inggris, Estonia dan Jerman.



1. Desain Diskus[®]

Diskus[®] merupakan DPI dosis ganda yang berisi 60 dosis obat dalam pembawa berbasis laktosa. Bagian luar Diskus[®] terdiri dari lima utama bagian (Gambar 18), antara lain:

- 1) **Slide penutup luar** yang bisa tergeser
Slide penutup luar dapat digeser buka atau tutup dengan bantuan *thumbgrip*. Penutup ini berfungsi melindungi tuas dan *mouthpiece*.
- 2) **Thumbgrip** sebagai pegangan ibu jari sebagai tuas pelepasan dosis
- 3) **Sliding tuas untuk dose-release**
Sliding tuas berfungsi pelepasan dosis akan melepas foil dari atas masing-masing dosis yang akan dilanjutkan ke *mouthpiece*. Foil yang terbuka kemudian akan pindah ke roda lain. Dosis tersebut kemudian dihirup lalu blister kosong maju ke roda berikutnya. Setiap kali penutup Diskus[®] ditutup, tuas secara otomatis kembali ke posisi awal. Tuas tersebut membantu untuk memuat dosis baru.
- 4) **Mouthpiece**
- 5) **Dose counter** untuk monitoring sisa dosis
Pada setiap gerakan tuas dapat terdengar klik dan dapat dirasakan roda indikator bergerak untuk menunjukkan jumlah dosis yang tersisa melalui dosis *counter*. Ketika lima dosis terakhir telah tercapai, muncul angka berwarna merah.

Ada empat roda dalam Diskus[®] (Gambar 19). Satu roda berisi 60 dosis obat *dry powder* yang dibungkus masing-masing dalam blister pada strip *foil*. Pembungkus ini berfungsi untuk melindungi *dry powder* dari kelembaban lingkungan dan kondisi lainnya.

Diskus[®] memberikan dosis yang relatif konsisten rentang yang lebih luas dari laju aliran dari DPI yang lain. Aliran inspirasi antara 30 dan 90 L/min menjamin pengiriman dari 90% dari dosis.^{13,14,16} DPI semakin banyak digunakan untuk pengiriman *agent* ke saluran pernafasan karena mudah digunakan tanpa persyaratan koordinasi atau hanya dengan usaha aktuasi pasien saja. Inhaler yang ideal harus memberikan dosis yang telah diperkirakan pada saluran pernafasan dan dosis yang rendah pada faring. Aliran udara inspirasi pasien merupakan sumber energi untuk menyebarkan aglomerat *micronized powder* dan untuk memindahkan partikel terhirup dari inhaler ke paru-paru. Hal ini berlaku pada semua DPI. Partikel obat ini dicampur dalam agen *bulking* seperti laktosa.⁴⁹

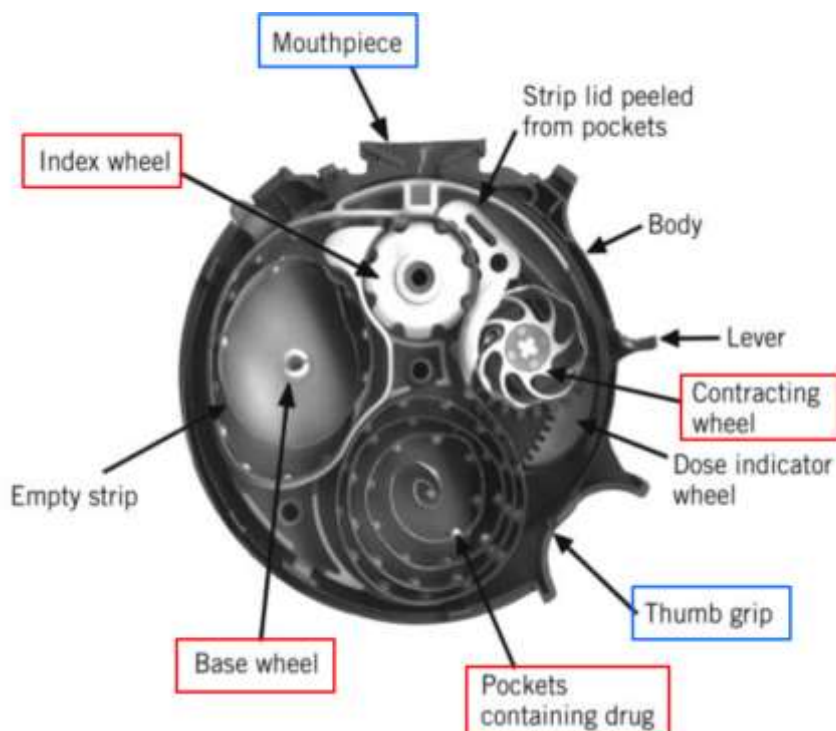
DPI yang baik adalah DPI yang memiliki FPF (*fine particle fraction*) dan TED (*total effective dose*) yang tinggi, konsistensi dosis dan keseragaman dosis. TED adalah jumlah obat yang dirilis dari sebuah inhaler selama satu aktuasi. Manfaat terapeutik berasal dari massa partikel obat yang cukup kecil untuk mencapai saluran udara selama inhalasi yang disebut FPF. Partikel halus ini memiliki ukuran diameter <5 µm. Standar-standar ini dirancang untuk memastikan dosis yang konsisten dari DPI. Ukuran partikel <5 µm akan terdeposit dan memberikan efek yang optimal pada saluran pernafasan selama proses inhalasi berlangsung.⁴⁸

Produsen Diskus[®] merekomendasikan untuk menyimpan Diskus[®] pada suhu di bawah 30°C. Dalam Diskus[®], setiap dosis obat dilindungi dari lingkungan terhadap kelembaban,

dosis obat masing-masing disegel blister *foil* yang dapat dibuka ketika tuas dosis diturunkan. Hal ini telah terbukti memberikan perlindungan tingkat tinggi pada dosis obat. Diskus® ini juga diberi pembungkus foil luar yang memberikan perlindungan ekstra dari lingkungan selama penyimpanan sebelum digunakan.¹⁴



Gambar 18. Diagram Bagian Diskus®



Gambar 19. Diagram Bagian dalam Diskus®^{16,50}

Diskus[®] merupakan inhaler berbentuk cangkang yang merupakan *multidose unit device*. Berbeda dengan Turbuhaler[®], zat aktif disimpan dalam unit-unit terpisah, sehingga dapat lebih memastikan keseragaman zat aktif saat digunakan. Bentuk dari diskus[®] memungkinkan untuk membawa zat aktif dalam jumlah besar.

2. Instruksi Penggunaan Diskus[®]

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam menggunakan Diskus[®] adalah sebagai berikut: ^{22,50}

1. Buka penutup Diskus[®]
2. Geser tuas kekanan sampai terdengar bunyi *klik*
3. Pegang Diskus[®] secara horisontal
4. Tariklah nafas dan hembuskan jauh dari *mouthpiece* Diskus[®]
5. Letakkan Diskus[®] di mulut antara gigi dan bibir
6. Tarik nafas mantap dan mendalam
7. Lepaskan *mouthpiece* diskus dari mulut dan tahan nafas yang dalam selama 5-10 detik
8. Hembuskan nafas pelan-pelan
9. Tutup Diskus[®] dengan menggeser *slide* penutup luar
10. Jika dosis lain diperlukan, dapat mengikuti langkah 1-9



Gambar 20. (a) Lubang di dalam *mouthpiece* Diskus[®] Tertutup sebelum Tuas Dosis Digeser; (b) Lubang di dalam *mouthpiece* Diskus[®] Terbuka setelah Tuas Dosis Digeser

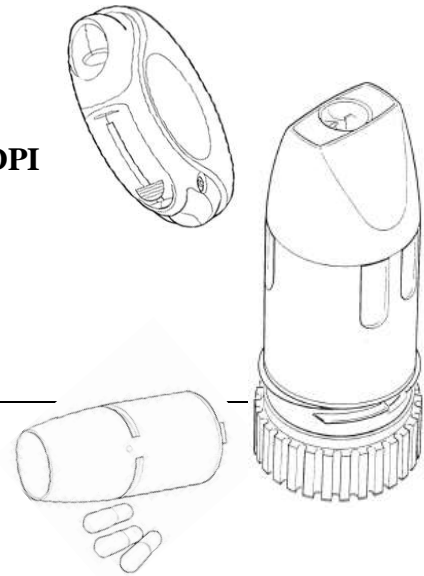


Gambar 21. Teknik Penggunaan Diskus®

model: Novianti Triningtias (NRP: 1120235) (mahasiswa Farmasi UBAYA)

E. DPI (*Dry Powder Inhaler*)

- a. Desain dan Jenis DPI
- b. Kelebihan dan Kelemahan DPI
- c. Hal-hal yang perlu Diperhatikan pada Penggunaan DPI
- d. Diskus[®]
- e. Turbuhaler[®]
- f. Swinghaler[®]
- g. HandiHaler[®]
- h. Rotahaler[®]



a. Desain dan Jenis DPI

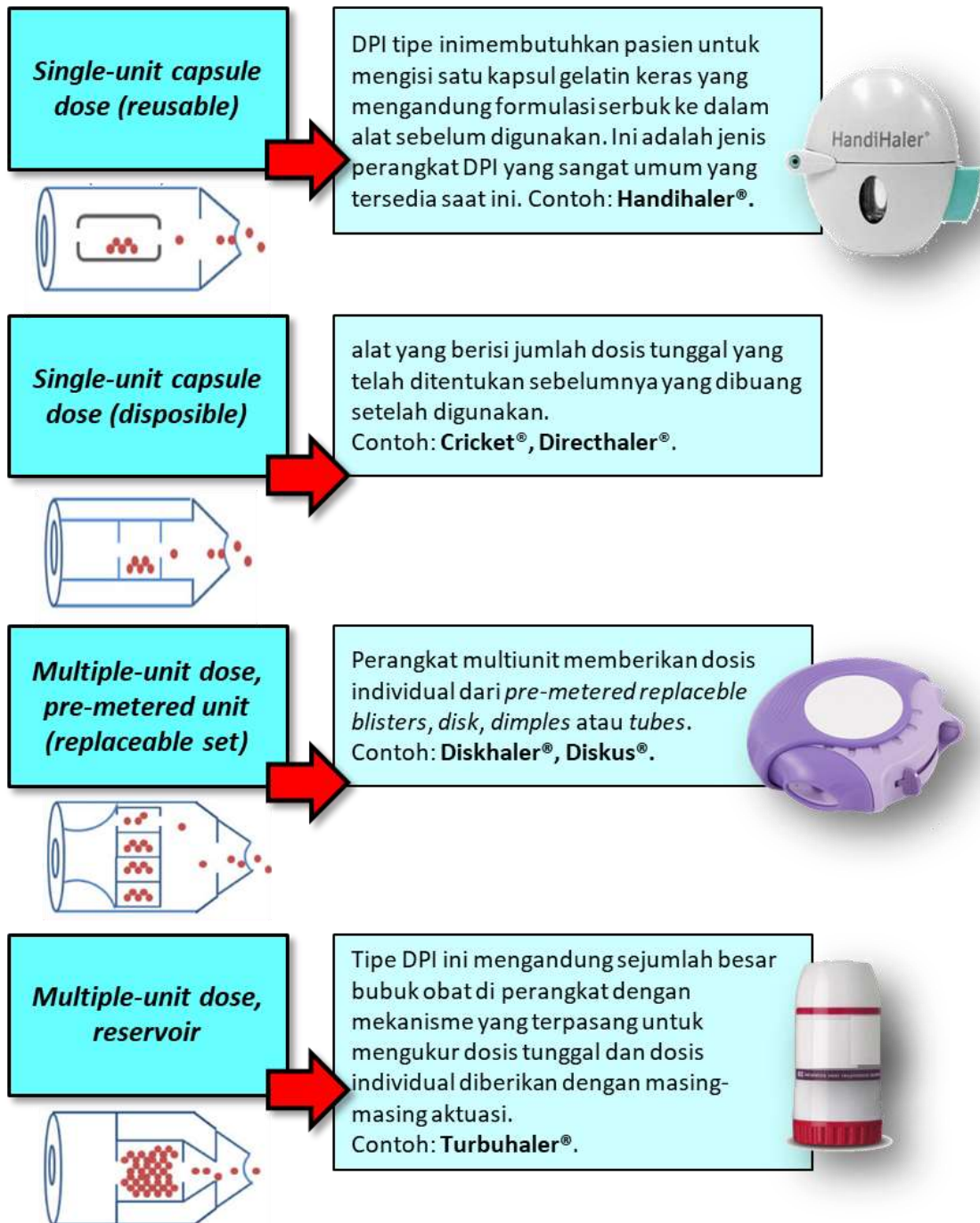
Dry-powder inhalers (DPIs) adalah alat baru dan memiliki bermacam-macam bentuk sediaan. DPI merupakan alat *inspiratory flow-driven* portabel yang menghantarkan formulasi *dry powder* (serbuk kering) melalui obat inhalasi ke dalam paru-paru.¹⁶ Obat berupa serbuk kering tersebut bisa murni atau dicampur dengan eksipien berukuran partikel besar (biasanya laktosa) sebagai serbuk pembawa.⁴¹ Saat pasien menghirup melalui perangkat, obat dilepaskan, pecah, dan didorong masuk kedalam bronkus. Volume inspirasi dan aliran udara yang dihasilkan oleh pasien merupakan faktor utama yang menentukan pemberian obat ke paru-paru. Aliran inspirasi minimum yang dibutuhkan sangat bervariasi tergantung pada perangkat.¹⁶ DPI secara umum lebih mudah digunakan dibandingkan MDI karena menggunakan dorongan napas tidak menggunakan gas *propellant* seperti MDI, lebih mudah dibawa dan cepat untuk digunakan.⁴²

Jenis DPI dibagi menjadi 4 macam (Gambar 17). Pada dosis tunggal DPI (*single-dose systems*), dosis diberikan dalam kapsul individu. Sebelum setiap pemberian, pasien harus memasukkan perangkat dengan satu kapsul untuk pengiriman dosis tunggal. Sedangkan DPI unit multi (*multiple-dose systems*), unit menggunakan dosis meteran dan dosis pabrik yang dikemas sehingga perangkat dapat menahan beberapa dosis sekaligus tanpa harus mengisi ulang.^{43,44}

b. Kelebihan dan Kelemahan DPI

DPI memiliki beberapa keunggulan dan keterbatasan dibandingkan MDI dan Nebulizer. Kelebihan sediaan DPI:^{16,20,45}

1. Penggunaan DPI tidak perlu dikocok terlebih dahulu seperti MDI karena DPI tidak memerlukan propelan dalam mendistribusikan obat. Ketika pasien menarik nafas, aliran udara akan mengakibatkan adanya turbulensi pada formulasi sehingga terjadi deagregasi partikel obat. Karena partikel obat segera terlepas dalam beberapa milidetik pertama, inhalasi cepat dan kuat diperlukan untuk memastikan obat mencapai target organ.
2. Penggunaan DPI tidak memerlukan koordinasi bersamaan antara menekan kanister dengan menarik nafas seperti MDI. DPI berbentuk kompak, cepat digunakan, dan tidak memerlukan koordinasi serumit MDI, tetapi teknik inhalasi pasien tetap penting.
3. Tidak memerlukan *spacer* sebagai alat bantu.



Gambar 17. Jenis DPI

Kekurangan sediaan DPI:^{16,20,41,42}

1. Tidak dapat digunakan dibawah umur 5 tahun atau pasien dengan fungsi paru-paru yang lemah.
2. Perlu menarik nafas dalam (memerlukan minimum *inspiratory flow*) sehingga tidak tepat digunakan pada keadaan darurat. Penghirupan yang kuat dan dalam melalui DPI diperlukan untuk memilah-milah formulasi bubuk menjadi partikel tersentuh kecil seefisien mungkin dan, akibatnya, untuk memastikan bahwa obat tersebut dikirim ke paru-paru.
3. DPI rentan terhadap kelembaban (misalkan bila pasien menghembuskan nafas ke *mouthpiece* DPI akan mengakibatkan agregasi serbuk dan mempengaruhi jumlah obat yang terlepas dari DPI.

c. Hal-hal yang perlu Diperhatikan pada Penggunaan DPI



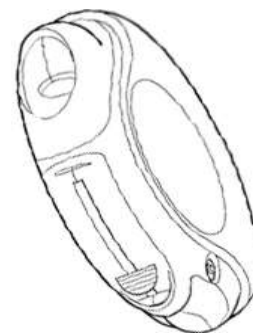
Beberapa kesalahan pada penggunaan DPI antara lain:

1. Pasien tidak menarik nafas dengan cepat dan panjang sehingga sebagian dosis tidak terhirup dari DPI.³ Menarik nafas dengan cepat guna untuk menghasilkan pelepasan obat yang baik sehingga partikel obat dapat sampai ke dalam paru-paru dan menghasilkan efektifitas yang optimal.¹⁶
2. Pasien juga harus menghindari menghembuskan nafas ke DPI untuk mencegah serbuk menjadi lembab dan mencegah serbuknya tertiuip dari *mouthpiece* DPI.³
3. Pasien tidak berkumur setelah menggunakan DPI yang mengandung kortikosteroid. Pada penggunaan DPI yang mengandung obat kortikosteroid, pasien harus mencuci mulut dan berkumur dengan air bersih untuk mencegah resiko dari candidiasis orofaringeal yang diakibatkan karena menempelnya obat kortikosteroid di mulut.³
4. Penggunaan inhaler harus diperhatikan supaya pasien tidak mengklik berkali-kali. Contohnya pada pemakaian inhaler *multidose* Turbuhaler® dan Diskus®, jika terklik berulang kali akan menyebabkan *double dose* yang dapat meningkatkan kemungkinan efek samping yang tidak diinginkan, misalnya *over dose* dengan ditandai mual, muntah, detak jantung cepat dan tidak beraturan, sakit kepala, gemeteran, rasa cemas, dan sulit tidur.
5. Pemakaian *single dose* seperti pada HandiHaler® dan Rotahaler®, harus diperhatikan bahwa kapsul *single dose* tidak boleh ditelan. Didalam HandiHaler® kapsul berisi tiotropium bromida yang tujuan kerjanya di paru-paru efeknya merelaksasikan otot polos yang ada di paru-paru. Kapsul tidak boleh tertelan karena selain tujuan terapi di paru-paru tidak tercapai juga, tidak dapat di absorpsi dengan baik di lambung.⁴⁶
6. Simpan inhaler di tempat yang sejuk dan kering. Udara yang lembab mengakibatkan serbuk menggumpal dan akan menyumbat inhaler, selain itu sediaan DPI biasanya mengandung laktosa sebagai pembawa, laktosa ditambahkan pada sediaan untuk memperbaiki aliran serbuk obat yang buruk. Laktosa diketahui sangat rentan terhadap udara lembab dan dapat mengkristal pada suhu lembab. Pemakaian inhaler jika pada kondisi lembab dapat mengakibatkan aliran serbuk obat menjadi buruk dan tidak dapat masuk kedalam saluran nafas sehingga efek terapi tidak tercapai.^{47,48}

d. Diskus[®]

Nama lain dari Diskus[®] adalah Accuhaler[®].

Diskus[®] diproduksi dengan berbagai nama dagang di USA, Kanada, Brazil, India, Indonesia, Australia, Columbia, Uni Eropa, Mexico, Selandia Baru, Afrika Selatan, Korea Selatan, Inggris, Estonia dan Jerman.



1. Desain Diskus[®]

Diskus[®] merupakan DPI dosis ganda yang berisi 60 dosis obat dalam pembawa berbasis laktosa. Bagian luar Diskus[®] terdiri dari lima utama bagian (Gambar 18), antara lain:

- 1) **Slide penutup luar** yang bisa tergeser
Slide penutup luar dapat digeser buka atau tutup dengan bantuan *thumbgrip*. Penutup ini berfungsi melindungi tuas dan *mouthpiece*.
- 2) **Thumbgrip** sebagai pegangan ibu jari sebagai tuas pelepasan dosis
- 3) **Sliding tuas untuk dose-release**
Sliding tuas berfungsi pelepasan dosis akan melepas foil dari atas masing-masing dosis yang akan dilanjutkan ke *mouthpiece*. Foil yang terbuka kemudian akan pindah ke roda lain. Dosis tersebut kemudian dihirup lalu blister kosong maju ke roda berikutnya. Setiap kali penutup Diskus[®] ditutup, tuas secara otomatis kembali ke posisi awal. Tuas tersebut membantu untuk memuat dosis baru.
- 4) **Mouthpiece**
- 5) **Dose counter** untuk monitoring sisa dosis
Pada setiap gerakan tuas dapat terdengar klik dan dapat dirasakan roda indikator bergerak untuk menunjukkan jumlah dosis yang tersisa melalui dosis *counter*. Ketika lima dosis terakhir telah tercapai, muncul angka berwarna merah.

Ada empat roda dalam Diskus[®] (Gambar 19). Satu roda berisi 60 dosis obat *dry powder* yang dibungkus masing-masing dalam blister pada strip *foil*. Pembungkus ini berfungsi untuk melindungi *dry powder* dari kelembaban lingkungan dan kondisi lainnya.

Diskus[®] memberikan dosis yang relatif konsisten rentang yang lebih luas dari laju aliran dari DPI yang lain. Aliran inspirasi antara 30 dan 90 L/min menjamin pengiriman dari 90% dari dosis.^{13,14,16} DPI semakin banyak digunakan untuk pengiriman *agent* ke saluran pernafasan karena mudah digunakan tanpa persyaratan koordinasi atau hanya dengan usaha aktuasi pasien saja. Inhaler yang ideal harus memberikan dosis yang telah diperkirakan pada saluran pernafasan dan dosis yang rendah pada faring. Aliran udara inspirasi pasien merupakan sumber energi untuk menyebarkan aglomerat *micronized powder* dan untuk memindahkan partikel terhirup dari inhaler ke paru-paru. Hal ini berlaku pada semua DPI. Partikel obat ini dicampur dalam agen *bulking* seperti laktosa.⁴⁹

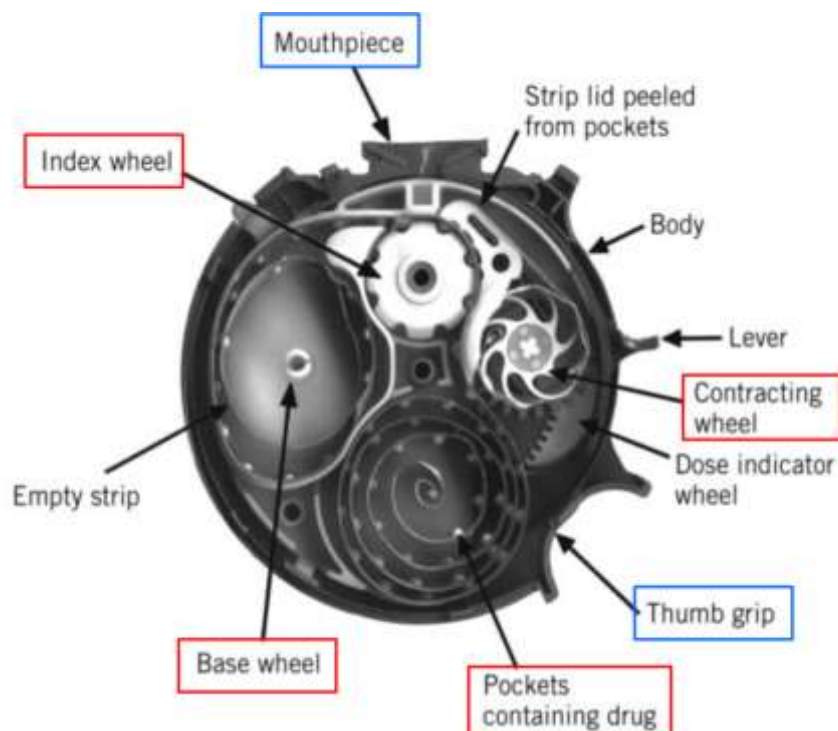
DPI yang baik adalah DPI yang memiliki FPF (*fine particle fraction*) dan TED (*total effective dose*) yang tinggi, konsistensi dosis dan keseragaman dosis. TED adalah jumlah obat yang dirilis dari sebuah inhaler selama satu aktuasi. Manfaat terapeutik berasal dari massa partikel obat yang cukup kecil untuk mencapai saluran udara selama inhalasi yang disebut FPF. Partikel halus ini memiliki ukuran diameter <5 µm. Standar-standar ini dirancang untuk memastikan dosis yang konsisten dari DPI. Ukuran partikel <5 µm akan terdeposit dan memberikan efek yang optimal pada saluran pernafasan selama proses inhalasi berlangsung.⁴⁸

Produsen Diskus[®] merekomendasikan untuk menyimpan Diskus[®] pada suhu di bawah 30°C. Dalam Diskus[®], setiap dosis obat dilindungi dari lingkungan terhadap kelembaban,

dosis obat masing-masing disegel blister *foil* yang dapat dibuka ketika tuas dosis diturunkan. Hal ini telah terbukti memberikan perlindungan tingkat tinggi pada dosis obat. Diskus® ini juga diberi pembungkus foil luar yang memberikan perlindungan ekstra dari lingkungan selama penyimpanan sebelum digunakan.¹⁴



Gambar 18. Diagram Bagian Diskus®



Gambar 19. Diagram Bagian dalam Diskus® ^{16,50}

Diskus[®] merupakan inhaler berbentuk cangkang yang merupakan *multidose unit device*. Berbeda dengan Turbuhaler[®], zat aktif disimpan dalam unit-unit terpisah, sehingga dapat lebih memastikan keseragaman zat aktif saat digunakan. Bentuk dari diskus[®] memungkinkan untuk membawa zat aktif dalam jumlah besar.

2. Instruksi Penggunaan Diskus[®]

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam menggunakan Diskus[®] adalah sebagai berikut: ^{22,50}

1. Buka penutup Diskus[®]
2. Geser tuas kekanan sampai terdengar bunyi *klik*
3. Pegang Diskus[®] secara horisontal
4. Tariklah nafas dan hembuskan jauh dari *mouthpiece* Diskus[®]
5. Letakkan Diskus[®] di mulut antara gigi dan bibir
6. Tarik nafas mantap dan mendalam
7. Lepaskan *mouthpiece* diskus dari mulut dan tahan nafas yang dalam selama 5-10 detik
8. Hembuskan nafas pelan-pelan
9. Tutup Diskus[®] dengan menggeser *slide* penutup luar
10. Jika dosis lain diperlukan, dapat mengikuti langkah 1-9



Gambar 20. (a) Lubang di dalam *mouthpiece* Diskus[®] Tertutup sebelum Tuas Dosis Digeser; (b) Lubang di dalam *mouthpiece* Diskus[®] Terbuka setelah Tuas Dosis Digeser



Gambar 21. Teknik Penggunaan Diskus®

model: Novianti Triningtias (NRP: 1120235) (mahasiswa Farmasi UBAYA)

f. Instruksi Penggunaan Swinghaler®

1. Desain Swinghaler®



Gambar 25. Swinghaler®

2. Instruksi Penggunaan Swinghaler®

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam menggunakan Swinghaler® adalah sebagai berikut:^{14,16,22}

1. Buka dan lepaskan penutup transparan Swinghaler®
2. Kocok Swinghaler®
3. Tekan Swinghaler® satu kali sampai terdengar bunyi *klik*
4. Hembuskan nafas sekuat-kuatnya melalui mulut (jauh dari bagian *mouthpiece* Swinghaler®)
5. Masukkan *mouthpiece* ke dalam mulut, antara gigi dan tutup dengan bibir. Kemudian tarik nafas sekuatnya melalui mulut
6. Tahan nafas sekitar 10 detik, kemudian menghembuskan perlahan
7. Tekan Swinghaler® satu kali sampai terdengar bunyi *klik*
8. Pasang penutup Swinghaler® atau jika dosis lain diperlukan, dapat mengikuti langkah 2-7



Gambar 26. Teknik Penggunaan Swinghaler®

model: Nurul Safina (NRP: 1110334) (mahasiswa Farmasi UBAYA)

Tabel 7. Penjelasan Langkah-Langkah Penggunaan Swinghaler®^{14,16,22}

No.	LANGKAH-LANGKAH PENGGUNAAN SWINGHALER®	TUJUAN LANGKAH SWINGHALER®
1.	Buka dan lepaskan penutup transparan Swinghaler® <ul style="list-style-type: none"> - Pegang dengan kedua tangan, satu tangan memegang penutup dan satu tangan lainnya memegang badan Swinghaler®, lalu ditarik dengan arah berlawanan sambil sedikit digoyang keatas-bawah. 	<p>Penutup ini berfungsi melindungi <i>mouthpiece</i> dari kelembaban dan faktor lingkungan. <i>Mouthpiece</i> merupakan area yang mengarahkan aliran partikel obat keluar menuju rongga mulut dan mengalir ke dalam paru-paru yang dirancang senyaman mungkin untuk memudahkan penggunaan sediaan DPI seperti Swinghaler®^{14,16,22}</p> <p><u>Catatan:</u> Bila ini adalah kali pertama menggunakan Swinghaler® maka ada kemungkinan ketika membuka lebih susah sehingga perlu sedikit diguyang dan diteuk keatas-bawah.</p>
2.	Kocok Swinghaler® <ul style="list-style-type: none"> - Kocok naik turun sebanyak 3-4 kali. 	<p>Kocok Swinghaler® setiap akan digunakan, degan digoyangkan naik turun 3-4 kali, untuk mencegah serbuk menggumpal.</p>
3.	Tekan Swinghaler® satu kali sampai terdengar bunyi klik <ul style="list-style-type: none"> - Satu <i>klik</i> berarti satu dosis, ditandai dengan pengurangan angka pada <i>dose counter</i>. - Jangan menekan lebih dari satu kali. 	<p><u>Catatan:</u> Jangan kocok Swinghaler® setelah di-<i>klik</i> krena dosis obat dapat terbuang keluar.</p>
4.	Hembuskan nafas sekuat-kuatnya melalui mulut (jauh dari bagian <i>mouthpiece</i> Swinghaler®) <ul style="list-style-type: none"> - Hembuskan nafasa kuat namun jangan di depan <i>mouthpiece</i>. 	<p>Volume yang tersisa di paru-paru setelah menghembuskan nafas secara maksimal disebut volume residual. Tujuan dari langkah ini adalah untuk membantu kita mempersiapkan diri untuk menarik nafas dalam dan sekuat mungkin agar dapat menciptakan aliran udara inspirasi yang baik dan mampu menghirup dosis obat secara maksimal. Buang napas normal tetapi tidak di dekat <i>mouthpiece</i> DPI karena bisa menyebabkan dosis obat terbang atau hilang tertiuip dan bisa menyebabkan kelembaban di dalam alat sehingga <i>dry powder</i> menggumpal dan sulit untuk dihirup.^{14,16,22}</p>
5.	Masukkan <i>mouthpiece</i> ke dalam mulut, antara gigi dan tutup dengan bibir. Kemudian tarik nafas sekuatnya melalui mulut. <ul style="list-style-type: none"> - Posisi <i>dose counter</i> menghadap keatas. 	<p>Tujuan mengkatupkan <i>mouthpiece</i> di antara gigi dan bibir secara rapat adalah mencegah pasien kehilangan dosis yang mengakibatkan efektifitas obat tidak optimal.^{14,16,22}</p>
6.	Tahan nafas sekitar 10 detik, kemudian menghembuskan perlahan. <ul style="list-style-type: none"> - Tahan nafas maksimal 10 detik, lalu - Hembuskan perlahan dengan menjauhkan dari <i>mouthpiece</i>. 	<p>Lepaskan <i>mouthpiece</i> alat dari mulut dan tahan napas yang dalam selama 5-10 detik. Hal ini untuk memberikan waktu kontak yang lama agar terdeposisi optimal di dalam bronkeolus.^{16,22}</p> <p>Menghembuskan nafas perlahan bertujuan untuk memberikan waktu agar obat tetap kontak didalam bronkioulus dan tidak terbuang.^{16,22}</p>
7.	Tekan Swinghaler® satu kali lagi sampai terdengar bunyi klik	<p>Tujuannya menekan Swinghaler® kali ini adalah untuk mengembalikan ke posisi semula.</p>
8.	Pasang penutup Swinghaler® atau jika dosis lain diperlukan, dapat mengikuti langkah 2-7	

b. Jenis Nebulizer

Nebulizer yang umum dikenal ada dua macam yaitu, *Jet nebulizer* dan *Ultrasonic nebulizer*.⁵⁸

1) Nebulizer Jet (*Jet nebulizer*)

Nebulizer jet dioperasikan dengan udara atau oksigen bertekanan, untuk aerosolisasi obat cair. Jenis nebulizer ini yang paling sering digunakan karena memiliki harga paling terjangkau diantara semua jenis nebulizer. Sebuah nebulizer jet mengantarkan gas terkompresi melalui sebuah jet, yang menyebabkan daerah tekanan negatif. Larutan untuk di-aerosolisasi akan masuk ke dalam aliran gas menjadi cairan film. Film ini tidak stabil dan pecah menjadi tetesan karena gaya tarik permukaan. Sebuah *baffle* di dalam *steam* aerosol akan menghasilkan partikel yang lebih kecil.⁶¹

Faktor yang mempengaruhi performa dan penghantaran obat pada jet nebulizer, antara lain:⁶¹

a. Arus dan Tekanan Gas

Nebulizer jet dirancang untuk beroperasi dengan berbagai tingkat aliran dan tekanan gas tekan. Setiap model nebulizer jet dirancang untuk bekerja paling baik pada aliran tertentu, dengan rentang 2-8 L/menit. Mengoperasikan nebulizer jet pada aliran atau tekanan yang lebih rendah akan meningkatkan ukuran partikel. Aliran gas juga berbanding terbalik dengan waktu nebulisasi, artinya dengan menggunakan laju alir gas yang lebih tinggi dalam terapi aerosol akan menurunkan jumlah waktu pengobatan yang diperlukan untuk memberikan jumlah obat yang ditetapkan.

b. Volume Isi dan Volume Mati

Meningkatkan volume isi adalah salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi nebulizer jet. Nebulizers ini tidak berfungsi dengan baik dengan volume isi kecil seperti 2 mL atau kurang karena ini mendekati volume mati (volume residu).

Jet nebulizers tidak di-aerosolisasi di bawah volume mati. Oleh karena itu, disarankan untuk menggunakan volume isi 4-5 mL, kecuali nebulizer dirancang khusus untuk volume isi yang lebih kecil. Volume mati merupakan jumlah obat yang tersisa di nebulizer jet di akhir perawatan, berkisar antara 0,5 sampai 2,0 mL. Semakin besar volume mati, semakin sedikit obat yang nebulasi.

c. Densitas Gas

Dengan pengikisan yang sama, kerapatan gas yang digunakan untuk menjalankan nebulizer jet dapat mempengaruhi deposisi aerosol dengan mempengaruhi keluaran aerosol dan ukuran partikel.

d. Kelembaban dan Suhu

Kelembaban dan suhu juga dapat mempengaruhi ukuran partikel dan volume residu. Secara khusus, penguapan air selama terapi aerosol dapat mengurangi suhu aerosol, yang menghasilkan peningkatan viskositas larutan dan penurunan *output* nebulizer obat.

e. Pola Pernapasan

Pola nafas mempengaruhi deposisi aerosol di saluran pernapasan bagian bawah. Pasien harus diinstruksikan untuk melakukan pernapasan pasang surut dengan napas dalam-dalam selama terapi aerosol.

f. Perangkat Antarmuka

Aerosol medis dapat diberikan dengan menggunakan *mouthpiece* atau masker wajah. Hidung cenderung menyaring lebih banyak aerosol daripada mulut,

sehingga penggunaan *mouthpiece* lebih direkomendasikan. Namun *mouthpiece* tidak bisa digunakan untuk bayi dan anak kecil. Selain itu, penggunaan *mouthpiece* mungkin tidak nyaman untuk terapi aerosol yang lebih lama. Penggunaan masker meningkatkan jumlah aerosol yang diendapkan pada wajah, di mata, dan ke dalam hidung. Baik penggunaan *mouthpiece* atau masker, penting untuk dijelaskan kepada pasien untuk menghirup melalui mulut selama terapi aerosol.



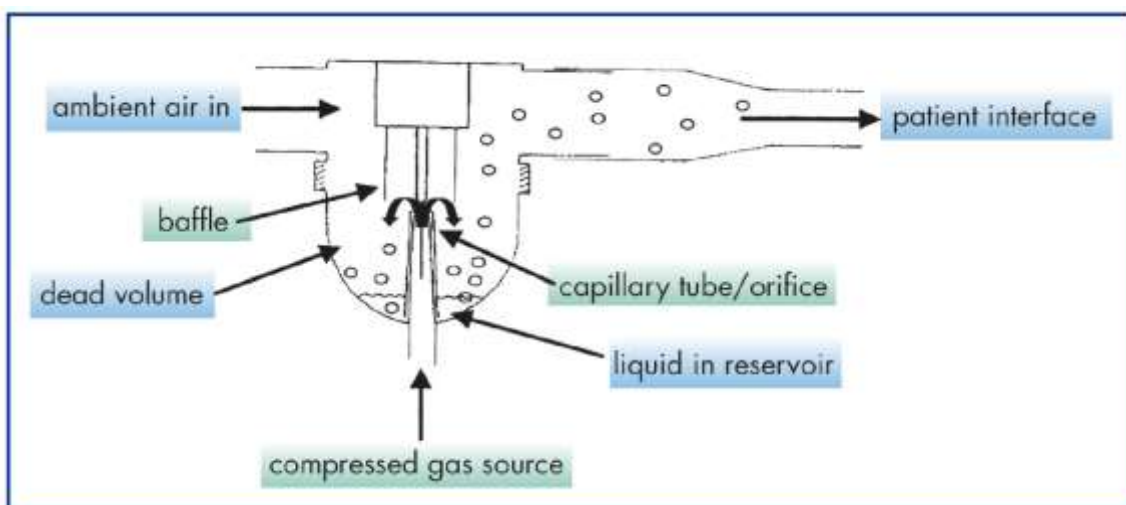
(a)



(b)

Gambar 35. Contoh Produk Nebulizer Jet tipe *Reservoir Tube*
(a) *Mouthpiece*; (b) *Mask*

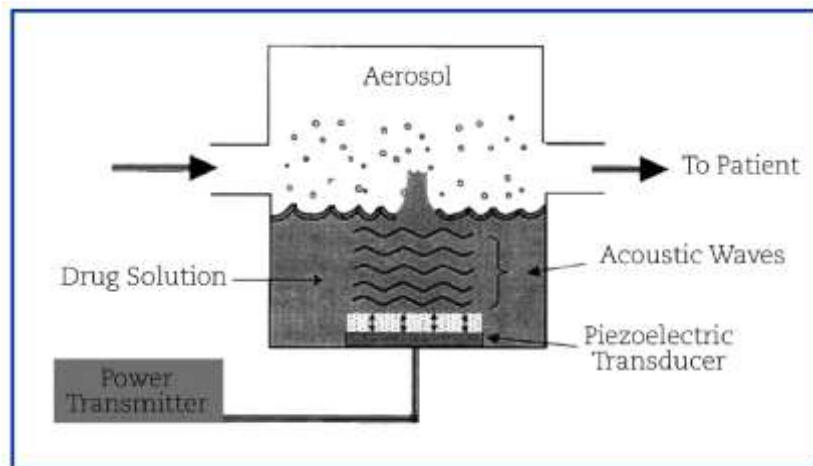
Tipe nebulizer jet yang paling sering digunakan dan memiliki harga paling terjangkau, adalah nebulizer jet dengan tabung reservoir (*reservoir tube*). Jenis nebulizer ini memberikan aerosol kontinu selama inhalasi, ekshalasi, dan menahan nafas, yang menyebabkan pelepasan aerosol ke udara sekitar selama pernafasan dan kapan saja saat pasien tidak bernafas. Akibatnya, hanya 10-20% aerosol yang terhirup. Oleh karena itu, untuk mengurangi kehilangan obat dan meningkatkan massa inhalasi, *t-piece* dan tabung bor besar (*large bore tubing*) terletak menempel pada sisi ekspirasi nebulizer. Jenis nebulizer ini dianggap tidak efisien karena memberikan persentase dosis yang rendah kepada pasien (Gambar 36).



Gambar 36. Skema Ilustrasi dari Nebulizer Jet tipe *Reservoir Tube* ⁶¹

2) Ultrasonic Nebulizer

Ultrasonik nebulizers mengubah energi listrik menjadi getaran frekuensi tinggi dengan menggunakan transduser. Getaran ini dipindahkan ke permukaan larutan, menciptakan gelombang berdiri yang menghasilkan aerosol (Gambar 37). Ultrasonik nebulizer awalnya diperkenalkan sebagai nebulizer volume besar yang paling umum digunakan untuk memberikan garam hipertonik pada induksi sputum. Nebulizer ultrasonik volume kecil sekarang tersedia secara komersial untuk pengiriman bronkodilator inhalasi tetapi tidak boleh digunakan dengan suspensi seperti budesonid. Nebulizer ultrasonik cenderung memanaskan obat. Hal ini menimbulkan kekhawatiran tentang mengganggu protein, tapi itu tidak mempengaruhi obat yang biasanya dihirup.⁶¹



Gambar 37. Skema Ilustrasi dari Nebulizer Ultrasonik⁶¹

c. Kelebihan dan Kekurangan Nebulizer

Kelebihan nebulizer antara lain:^{9,61}

1. Mampu menghantarkan berbagai larutan obat, baik campuran atau tunggal dalam bentuk aerosol. Selain itu,
2. Konsentrasi dan dosis obat dapat diatur sesuai kebutuhan.
3. Minim dalam membutuhkan kemampuan koordinasi dan kooperasi dari pasien.
4. Dapat digunakan pada usia anak bayi, sangat muda, sangat tua, atau kondisi lemah.
5. Relatif mudah digunakan, karena cukup mudah dikoordinasikan (hanya bernafas normal) dan tidak perlu menahan nafas seperti yang harus dilakukan pada sediaan MDI atau DPI.
6. Mudah menghirup obat, terlepas dari keterbatasan aliran udara yang disebabkan oleh perburukan gejala dan stadium akhir pada PPOK.

Kerugian dari nebulizer antara lain:^{9,61}

1. Perawatan nebulizer umumnya memakan waktu sekitar 10-20 menit
2. Membutuhkan peralatan yang besar dan tidak praktis
3. Membutuhkan sumber listrik (listrik, baterai, atau gas terkompresi).
4. Obat berpotensi mengenai mata pada penggunaan nebulizer dengan masker wajah (*face mask*).
5. Berisiko menyebabkan kontaminasi pada penanganan obat dan pembersihan yang tidak tepat.

DAFTAR PUSTAKA



1. Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS). Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI; 2013.
2. Odili VU, Okoribe CO. Assessment of Pharmacists' knowledge on correct inhaler technique. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2010;1(3):768-772.
3. National Asthma Council Australia (NACA). Inhaler Technique in Adults with Asthma or COPD; 2016. <https://www.nationalasthma.org.au/>
4. Lalani NS. A study of knowledge assessment and competence in asthma and inhaler technique of nurses employed at university teaching hospital. *theHealth* 2012;3(1):16-18.
5. Lee SM, Chang YS, Kim CW, *et al.* Skills in Handling Turbuhaler, Diskus and Pressurized Metered Dose Inhaler in Korean Asthmatic Patients. 2011;3(1):46-52.
6. Christine, Kelly H, Sorkness A and William. *A Pharmacotherapy A Pathophysiologic Approach: Asthma*, 7th ed, McGraw- Hill, USA; 2008.
7. Newman PS. Principles of Metered Dose Inhaler Design. *Respire Care*. 2005;50(9):1177-1188.
8. Geller DE. Comparing clinical features of the nebulizer, metered-dose inhaler, and dry powder inhaler. 2005;50(10):1313-21.
9. Bottrell J. Benefit and Limitations of Inhalers and Nebulizers. *Health Central*; 2014. <https://www.healthcentral.com/article/benefits-and-limitations-of-inhalers-and-nebulizers>
10. Rau JL. The Inhalation of Drugs: Advantages and Problems. *Respiratory Care*. 2005. 50(3):367-382.
11. Faarc DR. Metered dose inhaler and Dry Powder Inhalers in Aerosol Therapy. *Journal Respiratory Care*. 2005;50(10):1376-1383.
12. Global Initiative for Asthma. *Global Strategy for Asthma Management & Prevention (Update)*; 2017.
13. Reddy CS, Swain K, Shivakumar HG, *et al.* Past And Present Trends of Dry Powder Inhaler Devices: A Review. *Journal of Drug Delivery & Therapeutics*. 2014;4(1):97-107.
14. Chrystyn H. The Diskus® : A Review of Its Position Among Dry Powder Inhaler Devices. *Int J Clin Pract J*. 2007;61(6):1022-1036.
15. Waldron J. *Asthma Care in The Community*, Great Britain by TJ International Ltd, Padstow, Cornwall. p189; 2007.
16. Beaucage D, Nesbitt S. Using Inhalation Device, in Bourbeau, Nault, Borycki, *Comprehensive Management of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, BC Decker Inc., Canada, p.83-107; 2002.
17. European Pharmacopoeia 5.0. Preparations For Inhalation, 01/2005:0671. p618-621; 2005.
18. GINA. Metered dose inhaler; 2014. <http://www.ginasthma.org/inhalers/12>
19. Rau JL, Myers TR, Hess D, *et al.*. *A Guide to Aerosol Delivery Device for Respiratory Therapist*: American Association for Respiratory Care; 2009.

20. Sims MW. Aerosol Therapy for Obstructive Lung Diseases. *Chest*. 2011;140(3):781–8.
21. Research C for DE and. Information by Drug Class - Drug Treatments for Asthma and Chronic Obstructive Pulmonary Disease that Do Not Use Chlorofluorocarbons [Internet]; 2014. <http://www.fda.gov/Drugs/DrugSafety/InformationbyDrugClass/ucm082370.htm>
22. Osman A, Hassan ISA, Ibrahim MIM. Are Sudanese community pharmacists capable to prescribe and demonstrate asthma inhaler devices to patrons? A mystery patient study. *Pharmacy Practice*. 2012;10(2):110-115.
23. Darquenne C. Aerosol Deposition in Health and Disease. *J Aerosol Med Pulm Drug Deliv*. 2012;25(3):140-147.
24. Terzano C. Pressurized Metered Dose Inhalers and Add-on Devices. Department of Cardiovascular and Respiratory Sciences, University La Sapienza, Rome, Italy; 2011.
25. Francis C. Perawatan Respirasi. Penerbit Erlangga, Jakarta, Indonesia.p22-58; 2006.
26. Lorensia A, Nathania J. Studi Kelengkapan Penjelasan Informasi Cara Penggunaan Controllermetered-Dose Inhaler (MDI) yang Mengandung Kortikosteroid Sebagai Terapi Asma di Apotek Kabupaten Tuban. *Jurnal Ilmiah Manuntung*. 2017;3(1):14-25.
27. Baddar SA, Al-Rawas OA, Al-Riyami KA, Worthing EA, Hanssens YI, Taqi AM, Al-Riyami BMS. Metered-dose inhaler technique among healthcare providers practising in Oman. *squ journal for scientific research: Medical Sciences*. 2001;1:39–43.
28. Nadi E, Zeraati F. Evaluation of the Metered-Dose Inhaler Technique Among Healthcare Providers. *Acta Medica Iranica*. 2005;43(4):268-272.
29. Odili VU, Okoribe CO. Assessment of Pharmacists' knowledge on correct inhaler technique. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2010;1(3):768-772.
30. Food and Drug Administration Center for CDER. Guide for Industry: Metered Dose Inhaler (MDI) and Dry Powder Inhaler (DPI) Drug Products;1998.
31. Green J, Gommeren E, Creazzo J, *et al*. *Pharmaceutical Aerosols – Enhancing The Metered Dose Inhaler*; 2008.
32. Ikawati Z. *Farmakoterapi Penyakit Sistem Pernafasan*. Penerbit Pustaka Adipura, Yogyakarta, Indonesia; 2009.
33. Shah P, Dhurjon L, Metcalfe T, Gibson JM. Acute angle closure glaucoma associated with nebulised ipratropium bromide and salbutamol. *BMJ*. 1992;304(6818):40-41.
34. Lellouche N, Guglielminotti J, de Saint-Jean M, Alzieu M, Maury E, Offenstadt G. Acute glaucoma in the course of treatment with aerosols of ipratropium bromide and salbutamol. *Presse Med*. 2006;28(19):1017.
35. De Saint Jean M, Bourcier T, Borderie V, Moldovan M, Touzeau O, Laroche L. Acute Closure Angle Glaucoma After Treatment With Ipratropium Bromide and Salbutamol Aerosols. *J Fr Ophtalmol*. 2000;23(6):603-605.
36. Barrientos-Fernández Y, Jiménez-Santos M, Martínez-de-la-Casa JM, Méndez-Hernández C, García-Feijoó J. Acute Angle Closure Glaucoma Resulting From Treatment With Nebulised Bronchodilators, 2006;81(11):657-60.
37. Lachkar Y, Bouassida W. 2007. Drug-induced Acute Angle Closure Glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol*. 2007;18(2):129-133.
38. The Asthma Society of Canada. Spacers-How to Use Your Inhaler-Treatment; 2014. <http://www.asthma.ca/adults/treatment/spacers.php>
39. Lorensia A, Queljoe DD, Valensia Y. Karakteristik Informasi Terkait Cara Penggunaan *Metered-Dose Inhaler* dengan *Spacer* yang Mengandung Kombinasi Beta-2 Agonis dan Kortikosteroid oleh Apoteker di Apotek Wilayah Surabaya Timur. *Jurnal Ilmiah Manuntung*. 2018;4(1):15-27.

40. Canadian Lung Association. How to Use a Puffer with a Spacer (also Called a Valved Holding Chamber); 2013. http://www.lung.ca/diseases-maladies/help-aide/devices-dispositifs/puffer-pompe_e.php#mask
41. Lavorini F. The Challenge of Delivering Therapeutic Aerosols to Asthma Patients. *ISRN Allergy*. p1-17; 2013.
42. David E, Geller MD. Comparing Clinical Features of the Nebulizer, Metered-Dose Inhaler, and Dry Powder Inhaler; 2005. <http://www.rcjournal.com/contents/10.05/10.05.1313.pdf>
43. Ibrahim M, Verma R, Garcia-Contreras L. Inhalation drug delivery devices: technology update. *Medical Devices: Evidence and Research*. 2015;8:131–139.
44. Lavorini F, Pistolesi M, Usmani OS. Recent advances in capsule-based dry powder inhaler technology. *Multidisciplinary Respiratory Medicine*. 2017;12(11):1-7.
45. Chrystyn H, Price D. Not all asthma inhalers are the same: factors to consider when prescribing an inhaler. *Prim Care Respir J J Gen Pract Airw Group*. 2009;18(4):243–9.
46. Dailymed. Spiriva® HandiHaler® (tiotropium bromide inhalation powder); 2009. <https://dailymed.nlm.nih.gov/dailymed/archives/fdaDrugInfo.cfm?archiveid=10358>
47. University of Michigan. Breathing Problems: Using a Dry Powder Inhaler; 2017. <http://www.uofmhealth.org/health-library/uz2083>
48. Chrystyn H & Azouz W. Clarifying the dilemmas about inhalation technique for dry powder unhalers: integrating science with clinical practice. *PCRS* : 208-213; 2012.
49. Bisgaard H, Klug B, Sumbu B, Burnell P. Fine particle mass from the diskus inhaler and Turbuhaler inhaler in children with asthma. *Eur. Respr. J*. 1998;11:1111-1115.
50. GINA. Accuhaler (Diskus); 2014. <http://www.ginasthma.org/inhalers/1>.
51. Fink BJ, Rubin KB. Problems With Inhaler Use: A Call for Improved Clinician and Patient Education. *J. Respiratory Care*. 2005;1360-1375.
52. Lorensia A, Queljoe DD, Karina BL, Heru A. Studi Kelengkapan Penjelasan Cara Penggunaan Sediaan *Controller* Inhaler (Kombinasi Kortikosteroid dengan Beta-2 Agonis) Jenis Diskus® Dan Turbuhaler® oleh Apoteker di Apotek. *Jurnal Ilmiah Manuntung*. 2016;2(2):137-146.
53. Lavorini F, Magnan A, Dubus C, et al. Effect of Incorrect Use of Dry Powder Inhaler on Management Patients with Astma and COPD. *Respiratory Medicine*. 2008;102:593-604.
54. Asthma Foundation. Turbuhalers; 2014. <http://www.asthmaaustralia.org.au/Turbuhalers.aspx>
55. Asthma Allergy Clinic. Inhalers and Nebulizers; 2014. <http://asthmaallergyclinic.in/treatment/inhalers/>
56. Wahida A, Chrystyn H. Clarifying the dilemmas about inhalation techniques for dry powder inhalers: integrating science with clinical practice. *Prim Care Respir J* 2012; 21(2): 208-213.
57. GINA. Turbohaler; 2014. <http://www.ginasthma.org/inhalers/19>
58. Chodosh S, et al. Effective Delivery of Particles with The HandiHaler Dry Powder Inhalation System Over A Range of Chronic Obstructive Pulmonary Disease Severity, *J Aerosol Med*. 2011;14(3):309-15.
59. Canadian Lung Association. How to use a HandiHaler; 2014. http://www.lung.ca/diseases-maladies/helpaide/devices-dispositifs/HandiHaler-HandiHaler_e.php
60. GINA. Rotahaler; 2014. <http://www.ginasthma.org/inhalers/15>
61. Gardenhire DS, Ari A, Hess D, Myers TR. A Guide to Aerosol Delivery Devices for Respiratory Therapists. 3rd ed. American Association for Respiratory Care (online); 2013.

62. Intermountain Healthcare. Asthma and COPD: How to Use a Nebulizer; 2013.
63. NAEPP (National Asthma Education and Prevention Program). How to Use a nebulizer; 2013.
64. Ruffin R, Wilson J, Freezer N, Brown C, Weidinger, M. Asthma and Lung Function Tests An information paper for health professionals. Australian Government Department of Health and Ageing. (online); 2004.
65. Lorensia A, Ikawati Z, Andayani TM, Maranatha D. Perbandingan Perbaikan Nilai Peak Ekspiratory Flow Penggunaan Aminofilin dan Salbutamol pada Eksaserbasi Asma. Indonesian Journal Chest. 2018;5(2):34-43.
66. American Academy of Allergy, Asthma & Immunology. Peak Flow Meter: Tips to Remember; 2013. <http://www.aaaai.org/conditions-and-treatments/library/at-a-glance/peak-flow-meter.aspx>.
67. Hickey's Pharmacy. Using a Peak Flow Meter. Hickeys Pharmacies Inhaler Technique Assessments; 2010.
68. Kaneshiro NK. How to use your peak flow meter, Medline Plus. The U.S. National Library of Medicine and National Institutes of Health (online). 2013.<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/patientinstructions/000043.htm>.
69. Lorensia A, Queljoe DD, Santosa KA. Kelengkapan Informasi Mengenai Cara Penggunaan *Peak Flow Meter* yang Diberikan kepada Pasien Asma di Apotek. Jurnal Ilmiah Manuntung (JIM) Sains Farmasi dan Kesehatan, Akademi Farmasi Samarinda. 2015;1(2):200-206.
70. Self TH, George CM, Wallace JL, Patterson SJ, Finch CK. Incorrect use of peak flow meters: are you observing your patients?. J Asthma. 2014;51(6):566-72.
71. Hasil Penelitian Tim Neumobile Project Indonesia: Universitas Airlangga, Universitas Indonesia, Lembaga Penelitian UI, Field Epidemiology Training Programme, WHO, Oregon University, Boehringer Ingelheim. Nilai Normal PEFr (L/dtk) untuk Pria dan Wanita Berdasarkan Umur (Tahun) dan Tinggi Badan (cm); 1992.
72. Pedoman Diagnosa dan Penatalaksanaan Asma di Indonesia. Asma Pedoman Diagnosis dan Pelaksanaan di Indonesia, Jakarta- Indonesia; 2005.
73. Nunn, AJ, Gregg I. New regression equations for predicting peak expiratory flow in adults. Br. Med. J. 1989;298:1068-1070.
74. Ari A. Jet, Ultrasonic, and Mesh Nebulizers: An Evaluation of Nebulizers for Better Clinical Outcomes. Eurasian Journal of Pulmonology. 2014;16:1-7.
75. Vecellio L. The mesh nebuliser: a recent technical innovation for aerosol delivery. Breathe. 2006;2(3)253-260.
76. Mohanty RR, Das S. Inhaler Insulin – Current Direction of Insulin Research. Journal of Clinical and Diagnostic Research. 2017;11(4):QE01-OE02.
77. Hulisz D. The Return of Inhaled Insulin. Pharmacy Choice; 2017.
78. Cooppan R. Design and Management of Insulin Therapy: Integrating the New Treatment Tools. Medscape; 2017. <https://www.medscape.org/viewarticle/563289>
79. Shelley S. Moving the Needle on Diabetes. Pharmaceutical Commerce; 2015. <http://pharmaceuticalcommerce.com/brand-marketing-communications/moving-the-needle-on-diabetes/>
80. Drugs.com. Afrezza; 2017. <https://www.drugs.com/pro/afrezza.htm>

GLOSARIUM



- Aerosol:** sistem tersebarnya partikel halus zat padat atau cairan dalam gas atau udara. Sediaan aerosol mengandung satu atau lebih zat berkhasiat dalam wadah yang diberi tekanan, berisi propelan atau campuran propelan yang cukup untuk memancarkan isinya hingga habis, dapat digunakan untuk obat luar atau obat dalam dengan menggunakan propelan yang cukup.
- Asma:** gangguan pernapasan yang sering bersifat alergis, ditandai dengan sulit bernapas dan rasa sesak dalam dada (penyakit sesak napas).
- Antikolinergik:** sekelompok obat yang menstimulasi saraf parasimpatik dengan melepaskan neurohormon asetilkolin, contoh: ipratrobium bromide.
- Bronkeolus:** percabangan dari bronkus pada batang trakea di paru-paru.
- Bronkodilator:** obat yang digunakan untuk pengobatan gangguan pernafasan dengan melebarkan luas permukaan bronkus dan bronkiolus pada paru-paru, contoh: golongan beta-2 agonis (salbutamol).
- Bronkospasme:** kontraksi otot secara spontan atau penyempitan pada dinding bronkial.
- Candidiasis orofaringeal:** infeksi oportunistik mukosa yang banyak kasus disebabkan oleh jamur *Candida albicans*, tetapi dapat pula disebabkan oleh spesies lain seperti *Candida glabrata*, *Candida tropicalis* dan *Candida krusei*.
- Droplet:** tetesan atau partikel air kecil (seperti hujan rintik-rintik).
- Ekshalasi:** tindakan pengembusan udara dari paru-paru melalui hidung; pengembusan napas.
- Ekspirasi:** penghembusan nafas keluar.
- Ekspirasi paksa:** menghembuskan nafas secara maksimal.
- Emulsi:** cairan yang terbentuk dari campuran dua zat, zat yang satu terdapat dalam keadaan terpisah secara halus atau merata di dalam zat yang lain (seperti persenyawaan zat-zat bergetah atau berlemak dengan air).
- Fine:** serbuk halus
- FPF (Fine Particle Fraction):** fraksi partikel yang dihasilkan yang kurang dari ukuran partikel yang dianggap sebagai batas atas respirabel.
- Gas trapping: (air trapping);** retensi abnormal udara di paru-paru yang menyebabkan mana sulit untuk menghembuskan napas sepenuhnya.
- Homogen:** sama; seragam.
- In vitro:** eksperimen makhluk hidup dalam lingkungan terkendali (kondisi laboratorium).
- Inadekuat:** tidak memenuhi syarat; memadai (adekuat adalah memenuhi syarat; memadai).
- Inhalasi:** proses untuk memasukkan udara atau oksigen (atau obat) ke dalam saluran pernapasan.
- Inspirasi:** menarik nafas ke dalam saluran pernafasan.
- Kortikosteroid:** (1) jenis hormon yang merupakan senyawa regulator seluruh sistem homeostasis tubuh organisme, yang terdiri dari 2 macam yaitu: glukokortikoid dan mineralokortikoid; (2) obat antiinflamasi untuk mengatasi reaksi peradangan, contoh: budesonide, flutikasone.
- Larutan:** campuran homogen dari zat terlarut dan zat cair pelarut.

Mesh: ukuran dari jumlah lubang suatu jaring atau kasa pada luasan 1 inch persegi jaring/kasa yang bisa dilalui oleh material padat.

Mikron (μm): 1 mikron sama dengan 1/1000 mm

Orofaring: bagian dari saluran pencernaan dan saluran pernapasan yang terdapat pada daerah belakang mulut, yang merupakan pertemuan rongga mulut dengan faring.

Partikel: unsur butir (dasar) benda atau bagian benda yang sangat kecil dan berdimensi; materi yang sangat kecil, seperti butir pasir, elektron, atom, atau molekul.

Periferal: perifer; tepi.

PPOK (Penyakit Paru Obstruksi Kronis): penyakit paru-paru yang kronis, progresif dan ireversibel, umumnya terdiri dari emfisema dan bronchitis kronis.

Prandial: berkaitan dengan waktu makan

Propelan: bahan pendorong zat aktif untuk keluar. Propelan dapat melarutkan zat aktif, bisa juga tidak (pada sediaan aerosol).

Puff: semprotan

Suspensi: sistem koloid zat padat yang terserak dalam zat cair, partikelnya tidak mudah mengendap karena kecil ukurannya dan tidak mudah menggumpal karena sering menolak

Tidal Breaths: nafas tidal, yaitu: bernafas normal.

TED (Total Effective Dose): jumlah obat yang dirilis dari sebuah inhaler selama satu aktuasi.

TLC (Total Lung Capacity): volume maksimum udara yang dapat mengisi paru-paru (sekitar 6.000 mL).

Turbulen: (aliran turbulen), aliran fluida yang partikel-partikelnya bergerak secara acak dan tidak stabil dengan kecepatan berfluktuasi yang saling interaksi.

Volume residu: volume udara masih tersisa di paru-paru setelah volume cadangan ekspirasi dikeluarkan (sekitar 1.200 mL).

Volume tidal: volume udara terinspirasi (yang dihirup) saat bernafas normal, bernafas santai (sekitar 500 mL).

BIODATA PENULIS




Dr. Amelia Lorensia, S.Farm.,M.Farm-Klin.,Apt. Lulus S1 dan Program Studi Apoteker di Fakultas Farmasi Universitas Surabaya (UBAYA) tahun 2006, lulus S2 di Program Magister Ilmu Farmasi minat Farmasi Klinis di Fakultas Farmasi UBAYA tahun 2008, dan menyelesaikan pendidikan doktor di Program Pascasarjana Program Studi Ilmu Farmasi Universitas Gadjah Mada (UGM) pada tahun 2016. Saat ini adalah dosen tetap di Fakultas Farmasi Universitas Surabaya. Mengampu mata kuliah klinis, terutama pada pengobatan penyakit respiratori (pernafasan) dan farmakoekonomi. Menekuni pengembangan penelitian di bidang pengobatan respiratori baik dari obat sintetik, nutrisi, dan pola hidup dalam menunjang peran farmasi klinis di masyarakat luas.



dr. Rivan Virlando Suryadinata, M.Kes. Lulus S1 Kedokteran Umum dan Profesi Dokter di Universitas Hang Tuah, Surabaya tahun 2011. Kemudian menyelesaikan S2 di Program Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat Minat Gizi Kesehatan Masyarakat di Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga (Unair) tahun 2016. Saat ini menempuh pendidikan Program Doktor Ilmu Kesehatan Masyarakat di Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga dan menjadi dosen tetap di Fakultas Kedokteran, Universitas Surabaya (UBAYA), Surabaya. Mengampu mata kuliah Ilmu Kesehatan Masyarakat dan mendalami pengembangan penelitian di bidang respiratori yang berkaitan dengan radikal bebas, antioksidan dan nutrisi dalam peningkatan kesehatan masyarakat.



- 
- ✓ *Metered-dose Inhaler (MDI)*
 - ✓ *Metered-dose Inhaler (MDI) dengan Spacer*
 - ✓ *Dry-Powder Inhaler (DPI)*
 - ☐ Diskus
 - ☐ Turbuhaler
 - ☐ dll
 - ✓ *Nebulizer*

- ✓ *Peak Flow Meter*
- ✓ *Nebulizer Portabel*
- ✓ *Inhaler Insulin*

ISBN 978-602-51176-4-0

